



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Fibra de acero y aditivo químico en las propiedades
del concreto $f'_c=210$ kg/cm² ante efectos de alto
transito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Alviño Delgado, Rolfi (orcid.org/0000-0001-8622-0589)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme fuerza, salud y bienestar.

A mis padres Florisa y Donato quienes con su paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más. Por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y dedicación, de no temer ante las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme permitido la oportunidad de escalar un peldaño más en la vida.

A mi Asesor Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida, por el apoyo incesante en la elaboración y concepción de este proyecto.

A mis docentes y compañeros por haberme formado y compartido sus conocimientos, experiencias y anécdotas. Y a todos los colaboradores de manera directa e indirectamente apoyaron en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	6
3. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación.....	20
3.1.1. Tipo de Investigación.....	20
3.1.2. Nivel de Investigación.....	20
3.1.3. Diseño de Investigación.....	21
3.2. Variables y Operacionalización.....	21
3.2.1. Variables.....	21
3.2.1.1. Variable Independiente.....	21
3.2.1.2. Variable Dependiente.....	22
3.2.2. Operacionalización	23
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.3.1. Población.....	24
3.3.2. Muestra.....	24
3.3.3. Muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.4.1. Técnicas.....	25
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	25
3.4.3. Validez.....	25
3.4.4. Confiabilidad.....	26
3.5. Procedimientos.....	26
3.5.1. Etapa I: Recopilación y obtención de materiales.....	26
3.5.2. Etapa II: Caracterización de los materiales.....	29
3.5.2.1. Contenido de humedad en los agregados.....	30
3.5.2.2. Peso específico y absorción de los agregados finos...	32
3.5.2.3. Peso específico y absorción de los agregados gruesos.....	34

3.5.2.4.	Peso unitario y vacíos de los agregados finos y gruesos.....	35
3.5.2.5.	Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos..	37
3.5.3.	Etapa III: Diseño de mezcla según ACI.....	41
3.5.4.	Etapa IV: Elaboración de probetas.....	45
3.5.4.1.	Elaboración del concreto.....	45
3.5.4.2.	Elaboración de probetas cilíndricas.....	46
3.5.4.3.	Elaboración de probetas prismáticas.....	47
3.5.4.4.	Curado de especímenes.....	48
3.5.5.	Etapa V: Ensayos realizados.....	49
3.5.5.1.	Ensayos en estado fresco del concreto.....	49
3.5.5.1.1.	Ensayo de asentamiento en el Cono de Abrams	49
3.5.5.2.	Ensayos en estado endurecido del concreto.....	50
3.5.5.2.1.	Ensayo de resistencia a compresión.....	50
3.5.5.2.2.	Ensayo de resistencia a la flexión.....	57
3.5.5.2.3.	Ensayo de resistencia a la fatiga.....	61
3.5.5.2.4.	Ensayo de resistencia a la abrasión.....	66
3.6.	Método de análisis de datos.....	72
3.7.	Aspectos éticos.....	72
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
4.1.	Ensayo de compresión.....	73
4.2.	Ensayo de flexión.....	77
4.3.	Ensayo de fatiga.....	80
4.4.	Ensayo de abrasión.....	82
5.	DISCUSIÓN.....	85
5.1.	Discusión de resultados de compresión.....	85
5.2.	Discusión de resultados de flexión.....	85
5.3.	Discusión de resultados de fatiga.....	86
5.4.	Discusión de resultados de abrasión.....	86
6.	CONCLUSIONES.....	88
6.1.	Conclusión general.....	88
6.2.	Conclusiones específicas.....	88
7.	RECOMENDACIONES.....	90
	REFERENCIAS.....	91
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Consistencia del concreto fresco.....	11
Tabla N° 2: Cantidad de muestras patrón, con fibras y aditivos.....	24
Tabla N° 3: Tabla de datos de expertos.....	25
Tabla N° 4: Tabla de coordenadas de la cantera.....	30
Tabla N° 5: Tabla de contenido de humedad, agregado fino.....	31
Tabla N° 6: Datos del ensayo de peso específico.....	33
Tabla N° 7: Datos del ensayo, Peso específico y absorción de la piedra chancada.....	35
Tabla N° 8: Peso unitario suelto del agregado fino	37
Tabla N° 9: Peso unitario suelto del agregado grueso.....	37
Tabla N° 10: Resultados del análisis granulométrico del agregado fino.....	39
Tabla N° 11: Resultados de la granulometría de la piedra chancada.....	40
Tabla N° 12: Características de los agregados provenientes de la cantera Santa Lucia.....	42
Tabla N° 13: Resultados del ensayo a compresión de CN a los 7 días.....	52
Tabla N° 14: Resultados del ensayo a compresión de CN a los 14 días.....	53
Tabla N° 15: Resultados del ensayo a compresión de CN a los 28 días.....	53
Tabla N° 16: Resultados del ensayo a compresión de CFA 40kg/m ³ a los 7 días.....	54
Tabla N° 17: Resultados del ensayo a compresión de CFA 40kg/m ³ a los 14 días.....	54
Tabla N° 18: Resultados del ensayo a compresión de CFA 40kg/m ³ a los 28 días.....	54
Tabla N° 19: Resultados del ensayo a compresión de CFA 50kg/m ³ a los 7 días.....	55
Tabla N° 20: Resultados del ensayo a compresión de CFA 50kg/m ³ a los 14 días.....	55
Tabla N° 21: Resultados del ensayo a compresión de CFA 50kg/m ³ a los 28 días.....	55
Tabla N° 22: Resultados del ensayo a flexión de CN a los 7, 14 y 28 días...	59

Tabla N° 23: Resultados del ensayo a flexión de CFA 40 kg/m ³ a los 7, 14 y 28 días.....	59
Tabla N° 24: Resultados del ensayo a flexión de CFA 50 kg/m ³ a los 7, 14 y 28 días.....	60
Tabla N° 25: Resultados de ensayo de fatiga en CN (Muestra de control)...	62
Tabla N° 26: Resultados de ensayo de fatiga en CFA 40kg/m ³	63
Tabla N° 27: Resultados de ensayo de fatiga en CFA 50kg/m ³	64
Tabla N° 28: Resultados de las huellas formadas por el desgaste de la abrasión en el CN.....	69
Tabla N° 29: Resultados de pérdida de masa por el desgaste de la abrasión en el CN.....	69
Tabla N° 30: Resultados de las huellas formadas por el desgaste de la abrasión en el CFA-40.....	69
Tabla N° 31: Resultados de pérdida de masa por el desgaste de la abrasión en el CFA-40.....	69
Tabla N° 32: Resultados de las huellas formadas por el desgaste de la abrasión en el CFA-50.....	70
Tabla N° 33: Resultados de pérdida de masa por el desgaste de la abrasión en el CFA-50.....	70
Tabla N° 34: Resultados del ensayo a compresión de CN, CFA-40 y CFA-50	72
Tabla N° 35: Pruebas de contrastación de hipótesis H ₀ y H ₁ en compresión	75
Tabla N° 36: Resultados del ensayo a flexión de CN, CFA-40 y CFA-50.....	76
Tabla N° 37: Pruebas de contrastación de hipótesis H ₀ y H ₁ en flexión.....	78
Tabla N° 38: Resultados del ensayo a fatiga de CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.....	79
Tabla N° 39: Pruebas de contrastación de hipótesis H ₀ y H ₁ fatiga.....	81
Tabla N° 40: Resultados del ensayo de abrasión del desgaste en la profundidad y longitud de CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días	82
Tabla N° 41: Resultados del ensayo de abrasión por pérdida de masa de CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.....	83
Tabla N° 42: Pruebas de contrastación de hipótesis H ₀ y H ₁ en abrasión.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ensayo de capacidad resistente por flexión.....	12
Figura N° 2: Ensayo de capacidad resistente por fatiga.....	13
Figura N° 3: Equipo para el ensayo de abrasión.....	13
Figura N° 4: Características geométricas de las fibras de acero.....	14
Figura N° 5: Sección de un pavimento rígido.....	17
Figura N° 6: Detalle de sellado de juntas.....	19
Figura N° 7: Cemento Portland Tipo I.....	26
Figura N° 8: Croquis de la ubicación de la cantera.....	27
Figura N° 9: Obtención de los agregados.....	28
Figura N° 10: Obtención de la fibra de acero.....	28
Figura N° 11: Aditivos químicos.....	29
Figura N° 12: contenido de humedad, agregado fino.....	31
Figura N° 13: Barra de Humedades del agregado fino y grueso.....	31
Figura N° 14: Muestras para el ensayo de peso unitario tanto suelto como compacto de la piedra chancada y arena gruesa.....	36
Figura N° 15: Equipos para el ensayo de granulometría y el proceso de separación del agregado grueso y fino.....	38
Figura N° 16: Curva granulométrica del ensayo en agregado fino.....	39
Figura N° 17: Curva granulométrica del ensayo en agregado grueso.....	40
Figura N° 18: Dosificación de materiales por peso y la determinación del Slump.....	45
Figura N° 19: Elaboración de las probetas cilíndricas.....	46
Figura N° 20: Elaboración de las vigas para 0kg/m ³ , 40kg/m ³ y 50kg/m ³ ...	47
Figura N° 21: Elaboración de las vigas para los ensayos de flexión y fatiga	47
Figura N° 22: Proceso de curado de especímenes de prueba.....	48
Figura N° 23: Identificación de especímenes de prueba durante el proceso de curado.....	48
Figura N° 24: Ensayo de asentamiento o Slump de la mezcla en el cono....	50
Figura N° 25: Tipos de falla de probetas cilíndricas.....	51
Figura N° 26: Ensayo de compresión de especímenes cilíndricos de concreto	52
Figura N° 27: Ensayo del CN a los 7, 14 y 28 días.....	53

Figura N° 28: Ensayo del CFA-40 a los 7, 14 y 28 días.....	54
Figura N° 29: Ensayo del CFA-50 a los 7, 14 y 28 días.....	55
Figura N° 30: Mecanismo de ejecución de la carga en ensayo de flexión en el punto centro del espécimen de concreto.....	57
Figura N° 31: Ensayo de flexión con 0kg/m ³ , 40kg/m ³ y 50kg/m ³	58
Figura N° 32: Falla de la viga a flexión.....	58
Figura N° 33: Ensayo de fatiga y la falla del espécimen.....	61
Figura N° 34: Curva de fatiga de la muestra de control CN 0kg/m ³	62
Figura N° 35: Curva de fatiga del CFA 40kg/m ³	63
Figura N° 36: Curva de fatiga del CFA 50kg/m ³	64
Figura N° 37: Comparación de la resistencia a la fatiga de CN-0kg/m ³ , CFA-40kg/m ³ y CFA-50kg/m ³	65
Figura N° 38: Partes fundamentales del equipo de ensayo de abrasión.....	67
Figura N° 39: Lectura de huella formada después del ensayo de abrasión..	67
Figura N° 40: Ensayo de abrasión por desgaste por NTG 41087.....	68
Figura N° 41: Desgaste del espécimen en profundidad y longitud de huella	70
Figura N° 42: Comparación de la resistencia a la compresión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 7 días.....	73
Figura N° 43: Comparación de la resistencia a la compresión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 14 días.....	73
Figura N° 44: Comparación de la resistencia a la compresión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.....	74
Figura N° 45: Comparación de la resistencia a la flexión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 7, 14 y 28 días.....	77
Figura N° 46: Comparación del promedio de la resistencia a la fatiga entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.....	79
Figura N° 47: Comparación de la resistencia ultima a la fatiga entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.....	80
Figura N° 48: Comparación del desgaste entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.....	82
Figura N° 49: Comparación de la pérdida de masa entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.....	83

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, evaluar de qué manera la fibra de acero y aditivo químico pueden mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas – 2022, el tipo de investigación por enfoque fue cuantitativo y por propósito aplicada, el nivel fue explicativo, el diseño fue cuasi experimental, la población estuvo constituida por la producción de concreto $f'c= 210$ kg/cm² sin la adición de fibras metálicas y aditivo químico y con la adición de fibras metálicas + aditivo químico para pavimento rígido en la ciudad de Andahuaylas, la muestra estuvo conformada por 27 probetas cilíndricas y 45 probetas prismáticas, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia, el procedimiento fue; la obtención materiales, la caracterización de materiales, el diseño de mezcla según ACI, elaboración de probetas cilíndricas y prismáticas, curado de probetas hasta 7, 14 y 28 días según corresponda, se realizaron ensayos de compresión, flexión, fatiga y abrasión, los principales resultados fueron: la proporción de CFA-50 (50kg/m³(FA)+ (0.5%+5kg)ADIT) tuvo mejor resultado en los ensayos, aumentando su resistencia a compresión en 32% respecto al CN, mejorando su resistencia a flexión en 31% respecto al CN, incrementando su vida de fatiga en 31% respecto al CN y mejorando su resistencia a abrasión en 41%, por lo tanto se ha determinado que la adición de la fibra de acero y aditivo químico (Plastificante y Endurecedor Superficial) en proporción CFA-50 mejoran positivamente en las propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

Palabras clave: concreto, fibra de acero, compresión, flexión, fatiga y abrasión.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate how steel fiber and chemical additive can improve the properties of concrete $f'_c=210$ kg/cm² in the face of high traffic effects on rigid pavement, Andahuaylas - 2022, the type of research by The approach was quantitative and by purpose applied, the level was explanatory, the design was quasi-experimental, the population was constituted by the production of concrete $f'_c= 210$ kg/cm² without the addition of metallic fibers and chemical additive and with the addition of metallic fibers + chemical additive for rigid pavement in the city of Andahuaylas, the sample consisted of 27 cylindrical specimens and 45 prismatic specimens, the sampling was non-probabilistic for convenience, the procedure was; the obtaining of materials, the characterization of materials, the design of the mixture according to ACI, the preparation of cylindrical and prismatic specimens, the curing of specimens for up to 7, 14 and 28 days as appropriate, compression, bending, fatigue and abrasion tests were carried out, the main The results were: the proportion of CFA-50 (50kg/m³(FA)+ (0.5%+5kg)ADIT) had better results in the tests, increasing its compressive strength by 32% compared to CN, improving its flexural strength by 31% compared to CN, increasing its fatigue life by 31% compared to CN and improving its resistance to abrasion by 41%, therefore it has been determined that the addition of the steel fiber and chemical additive (Plasticizer and Surface Hardener) in proportion CFA-50 positively improve the properties of concrete $f'_c=210$ kg/cm² in the face of high traffic effects on rigid pavement.

Key Words: concrete, steel fiber, compression, bending, fatigue and abrasion.

I. INTRODUCCIÓN

En estos últimos años la industria de la construcción se ha visto obligado a un gran cambio en todo el mundo, ya que estuvo inmersa en los avances tecnologías y el desarrollo para así conllevar al crecimiento en lo urbano, económico y social. Esto ocasionada por un factor importante la elaboración del concreto. El concreto material número uno usado en todo el campo de la construcción, justamente por las propiedades que brinda como son la trabajabilidad, resistencia, versatilidad y durabilidad que proporciona en sus diferentes estados físicos. Se creó en 1824 por Joseph Aspdin y James Parker. Desde su creación la humanidad al pasar los años supo pulir las técnicas y procedimientos en la construcción y su aplicación en edificios, represas, carreteras, puentes, bóvedas, viviendas y todo tipo de obras. Y todos estos campos se utilizan varillas de acero como refuerzo y según va avanzando la industria fueron adicionando otros materiales estructurales a dicho concreto es así como las fibras de origen metálico o de acero, en donde se elaboraron una mezcla de concreto con fibras de acero para someterlos a ensayos mecánicos y obteniendo mejores resultados en esfuerzos de tipo compresión y flexión, así cumpliendo con el requerimiento de un concreto según las especificaciones técnicas. En la actualidad se incorporan aditivos químicos a las mezclas de concreto para cambiar o mejorar las propiedades del concreto como; incrementar la trabajabilidad, acelerar o retrasar el fraguado, reducir el agua en la mezcla, incorporar aire, entre otros.

En España, hace aproximadamente desde el siglo XX se ha venido estudiando el concreto añadiendo fibras de acero, y cada vez son más utilizados este tipo de concreto así revolucionando la industria de la construcción es así que la EHE en el 2008 incluyó en su ejemplar una sección para su uso y tratamiento. Las fibras con concreto siempre se utilizaron por optimizar los costos en su elaboración, y al adicionar fibras mejoran sus propiedades como la tenacidad, resistencia a la flexotracción y controlando las fisuras (Marmol, 2010 pág. 7).

En el Perú, se comenzó con la utilización del pavimento rígido en la década de los años 20, su utilización fue creciendo con el pasar de los años y se siguen

desarrollando nuevas tecnologías para optimizar el procedimiento en la construcción así como el costo del mismo, la aplicación de fibras de acero en obras viales con pavimento rígido añadiendo aditivos químicos para seguir mejorando las propiedades del concreto. Se hizo un estudio para obtener una resistencia alta en el concreto añadiendo aditivo químico de tipo plastificante, así incrementar la capacidad de resistir cargas de flexión y compresión. Se hicieron especímenes según la norma ASTM C-39, con cemento, piedra, arena, agua y aditivo Chema3 y Sika3. Se utilizó diversas dosificaciones en aditivo para reemplazar el elemento líquido en peso y ser curado por 28 días (Gonzales, 2016).

En Apurímac, se realizó un estudio del concreto incluyendo dosis de fibras de acero, un aditivo incorporador de aire, un aditivo que reduce el agua y cemento de tipo puzolanico. Una alternativa para alargar la serviciabilidad de los pavimentos de tipo rígidos es reforzando con fibras de acero que presenta una solución sostenible y sobretodo durable. Los proyectos designados a pavimentación de vías son importantes para el desarrollo sostenible y económico, para conferir a los beneficiarios una mejor calidad de vida ya que eso demanda el ámbito local (Miranda, y otros, 2019).

En la Provincia de Andahuaylas precisamente en el distrito de Talavera se realizó la pavimentación del Jr. Apurímac cuadra 1, 2 y 3 que son las calles de ingreso a la plaza de armas siendo esta una de las calles principales, ejecutado y entregado a mediados del 2021 que actualmente se encuentra deteriorado notándose evidentemente el desgaste por abrasión y con algunas fisuras de contracción. Pero ¿Por qué el deterioro prematuro en el pavimento si se adicionaron fibras de acero para su mejor comportamiento?, estos problemas nos ponen a pensar de los fenómenos que ocurren en la estructura del pavimento rígido. Por lo tanto la presente investigación se enfocara en evaluar un pavimento rígido con las dosificaciones distintas propuestas para fibras de origen metálico o de acero e incorporando un aditivo químico plastificador, para ello se realizaran ensayos requeridos en un laboratorio con especímenes de concreto y analizar los resultados obtenidos.

De acuerdo a los sustentos anteriormente indicados, es necesario estudiar un pavimento de tipo rígido con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm² para evaluar el comportamiento que tienen en sus propiedades al añadirle dosificaciones distintas de fibras de acero e incorporando aditivo químico plastificante.

Es por ello que el presente estudio tiene como **problema general** lo siguiente; ¿En qué medida la fibra de acero y aditivo químico mejoran las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022?. Asimismo los problemas específicos; **Pe(1)**: ¿De qué manera la fibra de acero y aditivo químico en relación a la resistencia a compresión mejoran las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022?; **Pe(2)**: ¿En qué medida la fibra de acero y aditivo químico en relación a la resistencia a flexión mejoran las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022?; **Pe(3)**: ¿Como la fibra de acero y aditivo químico en relación a la fatiga mejoran las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022.?; **Pe(4)**: ¿De qué manera la fibra de acero y aditivo químico en relación a la resistencia a la abrasión mejoran las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022?

La **justificación práctica** de la presente investigación es que debido a la erosión prematura del pavimento rígido del Jr. Apurímac, se vio en la necesidad de implementar una alternativa para mejorar el comportamiento mecánico y funcional ante los factores de deterioro, usando fibras de origen metálico o de acero que por su geometría obtiene un anclaje máximo en el concreto, así aumentando su resistencia a la flexión, un aditivo plastificante que mejora la trabajabilidad y un aditivo endurecedor superficial, con esto mejora su resistencia a la compresión, flexión, fatiga y abrasión como también mejorando en su apariencia. Asimismo la **justificación Social** de este estudio es obtener un concreto de buena calidad para garantizar la transitabilidad de la vía para los usuarios, y también transmitir los

conocimientos de cómo influyen al añadirle fibras metálicas o de acero, un aditivo plastificante y un aditivo endurecedor en el concreto para ser usado en pavimento de tipo rígido para el beneficio común de diferentes poblaciones, ya que un pavimento rígido mejorado nos permite alcanzar un transporte más rápido por su comportamiento ante cargas producidos por los vehículos, y en lo económico que también es fundamental en la construcción al incorporar fibras, plastificante y endurecedor superficial incrementa su capacidad de resistir esfuerzos por compresión y por flexión, así permitiendo reducir el ancho del espesor de la losa de rodadura, por lo tanto esto favorece porque disminuirá en el costo de construcción para beneficiar indirectamente a las empresas constructoras como a las municipalidades y directamente a la población de Talavera con 11,691 habitantes del sector urbano (INEI, 2018).

El **objetivo general**, Evaluar de qué manera la fibra de acero y aditivo químico pueden mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022. Asimismo los objetivos específicos; **Oe(1)**: Determinar de qué manera las fibras de acero y aditivo químico en relación a la resistencia a compresión pueden mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas – 2022; **Oe(2)**: Calcular en qué medida la fibra de acero y aditivo químico en relación a la resistencia a flexión pueden mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas – 2022; **Oe(3)**: Señalar como la fibra de acero y aditivo químico en relación a la fatiga pueden mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022; **Oe(4)**: Precisar de qué manera la fibra de acero y aditivo químico en relación a la resistencia a la abrasión pueden mejorar las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas – 2022.

La **Hipótesis General** es; la adición de la fibra de acero, aditivo sikacem® plastificante y Sikafloor®-3 Quartz Top mejoran las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022.

Asimismo las hipótesis específicas; **He(1)**: La adición de la fibra de acero, aditivo sikacem® plastificante y Sikafloor®-3 Quartz Top en relación a la resistencia a compresión mejora las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022; **He(2)**: La adición de la fibra de acero, aditivo sikacem® plastificante y Sikafloor®-3 Quartz Top en relación a la resistencia a flexión mejora las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022; **He(3)**: La adición de la fibra de acero, aditivo sikacem® plastificante y Sikafloor®-3 Quartz Top en relación a la resistencia a fatiga mejora las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022; **He(4)**: La adición de la fibra de acero, aditivo sikacem® plastificante y Sikafloor®-3 Quartz Top en relación a la resistencia a abrasión mejoran las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas - 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a:

Quintana y Valencia (2016) en su trabajo de grado que tiene como objetivo analizar el comportamiento añadiendo fibras de acero en dosificaciones de 12% y 14% en el concreto y averiguar el comportamiento en la resistencia a esfuerzos por compresión. Usando una metodología experimental en donde obtuvo los siguientes resultados; resistencia a compresión en especímenes con 0% de fibras a los 14, 21 y 28 días respectivamente se obtuvieron 233.578 kg/cm², 257.354 kg/cm² y 267.530 kg/cm²; y añadiendo el 12% de fibra a los 14, 21 y 28 días respectivamente se obtuvo 248.682 kg/cm², 234.190 kg/cm² y 290.257 kg/cm²; adicionando 14% de fibras se obtuvo 273.363 kg/cm², 289.821 kg/cm², 304.07 kg/cm², concluyendo al adicionar fibras de acero a la mezcla del concreto mejora su capacidad de resistir de compresión notándose que con incorporación del 14% de fibras es la más alta resistencia superando así en 13.65% su capacidad de resistir esfuerzos de compresión respecto al concreto patrón.

Sarta y Silva (2017) en su investigación con el objetivo de elaborar un concreto con $f'_c = 210$ kg/cm² para un análisis de comparación en la capacidad resistente por flexión de un concreto patrón o normal y un concreto añadiendo fibras metálicas o de acero al 4% y 6% para mejorar dichas resistencias a esfuerzos. Utilizando una metodología de tipo experimental obteniendo estos resultados en resistir a la flexión; en el caso del diseño sin fibra a los días 7, 14 y 28 resulto 31.806 kg/cm², 35.0670 kg/cm², 37.604 kg/cm² respectivamente; para diseño con 4% de fibra se obtuvo 35.670 kg/cm², 44.987 kg/cm², 54.519 kg/cm²; para el diseño con 6% de fibra se obtuvo 35.309 kg/cm², 45.856 kg/cm², 58.760 kg/cm² respectivamente, concluyendo de que su capacidad de resistir a esfuerzos por flexión en los especímenes de concreto adicionando fibras de metálicas resulto de manera favorable, cumpliendo con las normas establecidas y que los especímenes con 6% de fibras incrementan su resistencia a flexión en 56,26% a los 28 días.

Angarita y Lizarazo (2018) en la investigación con el objetivo de evaluar mecánicamente las unidades de concreto incorporando fibras de acero reciclado, y así identificar el efecto positivo o negativo de su capacidad de resistir a la abrasión de dichos adoquines de un concreto con dosificaciones de fibras de 0%, 0.02%, 0.05% y 0.09% utilizando una metodología cuasi experimental obteniendo resultado a los 28 días en dosificaciones de 0%, 0.02%, 0.05% y 0.09% respectivamente se obtuvieron 16.20mm, 14.86mm, 14.24mm, 12.69mm, con esto concluyendo que dichos resultados de desgaste disminuyen a medida que se incrementa la adición de la fibra de acero en el concreto.

Como antecedentes nacionales tenemos a:

Isidro, J. (2018) en la investigación; proponiendo como su objetivo de la determinación la incidencia de las fibras metálicas o de acero en las propiedades mecánicas de un concreto endurecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizado para el campo de la construcción. La metodología optada fue aplicada y nivel correlacional así obteniendo los resultados siguientes: en su capacidad de resistir la compresión en el concreto patrón es 210.9 kg/cm^2 y al añadirle fibras metálicas en 10, 20, 30 y 45 kg/m^3 respectivamente a la edad de 28 días es 176 kg/cm^2 , 192.4 kg/cm^2 , 213.6 kg/cm^2 y 178.6 kg/cm^2 ; y en la capacidad de resistir la flexión con dosificaciones de 0%, 10%, 20%, 30% y 45% se obtuvo 41 kg/cm^2 , 44.7 kg/cm^2 , 46 kg/cm^2 , 53.4 kg/cm^2 y 54.1 kg/cm^2 respectivamente, es así llegando a la conclusión de que al añadir la fibra metálica con respecto a la resistencia a compresión; que al adicionar 10 kg/m^3 disminuye en 17%, con 20 kg/m^3 disminuye en 9%, con 45 kg/m^3 disminuye en 15% y con 30 kg/m^3 incrementa en 1.32%; con respecto a la resistencia por flexión que al adicionando las fibras metálicas incrementa la resistencia de 9.09% a 31.81% proporcionalmente a la cantidad de dichas fibras.

Ruiz, Rodriguez y Leon (2017) en su trabajo de investigación tomando como objetivo de la determinación del efecto de la adición de fibras de origen metálico en el concreto en los ensayos de fatiga por esfuerzos de flexión de una resistencia de $MR = 41.80 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, a este concreto se incorporaron fibras metálicas

en proporciones de 0, 20, 40 y 80 kg/m³ utilizando una metodología experimental y obteniendo los resultados siguientes: al realizar las pruebas se aplicaron esfuerzos de 80% y 90% de flexión y distribuidos por la probabilidad Weibull se obtuvieron las gráficas de fatiga con distintas probabilidades de fallas, para 20 kg/m³ la vida de la fatiga no aumenta, para 40 kg/m³ si hubo incremento en 6% y para 80 kg/m³ incrementa en 25% comparado con el espécimen de control. Por lo tanto este trabajo concluye con el siguiente: la incorporación de fibras metálicas en 20 kg/m³ no incrementa la vida de fatiga, para 40 kg/m³ si aumento en 6% como también para 80 kg/m³ en un 25% en comparación al espécimen de control.

Miranda y Rado (2019) en su trabajo teniendo el objetivo de proponer una gama de mezclas en el concreto incorporando fibras de origen metálico en dosificaciones de 20, 25 y 30 con relación a/c de 0.50, 0.45 y 0.40, adicionando aditivos químicos y puzolánico para construir pavimentos de tipo rígido usando un método experimental para luego obtener estos resultados; en resistencia a la flexión en los 28 días con a/c = 0.50 sin las fibras llegó a 33.1 kg/cm² e incorporando fibras en 20, 25 y 30 kg se obtuvo respectivamente 36.2 kg/cm², 40.7 kg/cm² y 42.5 kg/cm² en resistencia; para a/c = 0.45 sin las fibras se tuvo 36.6 kg/cm² e incorporando las fibras en 20, 25 y 30 kg se obtuvieron respectivamente valores de 40.6 kg/cm², 43.4 kg/cm² y 48.4 kg/cm² en la capacidad resistente; y para a/c = 0.40 sin las fibras se obtuvo 43.3 kg/cm² e incorporando las fibras en 20, 25 y 30 kg se tuvo respectivamente 47.6, 52.7 y 58 kg/cm² para su capacidad resistente. Con esto llegando a la conclusión de que las fibras ocasionaron el aumento favorable de la resistencia por flexión en 14% hasta 34% respecto diseño patrón.

Figuerola y Mesta (2018) en su investigación de pre grado con el objetivo de evaluar la resistencia superficial de un concreto con el método de material abrasivo y el disco metálico ancho modificado en un diseño de concreto con a/c de 0.65 y 0.61 con el método experimental obteniendo como resultado lo siguiente; para concreto de a/c = 0.65 y encofrado con madera se tuvo 151.27 mm³ con una pérdida de peso de 5 gr y para concreto encofrado con metal se obtuvo 110.13 mm³ con una pérdida de peso de 4 gr; Para concreto de a/c = 0.61 se tuvo como resultado en

madera 66.79 mm³ con una pérdida de peso de 5.5 gr y en metal se tuvo 56.66 mm³ con una pérdida de peso de 5 gr, con esto concluyendo que la capacidad resistente a la abrasión en concreto de a/c = 0.65 se evidencia beneficio al estar encofrado en metal teniendo un menor desgaste que al de a/c = 0.61 el cual tuvo mayor desgaste y por ende mayor pérdida de peso.

SINGH, Mohammadi y Madan (2006) en su investigación tomando como objetivo estudiar el comportamiento de la fatiga en el concreto incorporado con fibras metálicas para ensayar con resistencias de fatiga y flexión con una metodología cuasi experimental, las dosificaciones escogidas son 1%, 1.5% y 2% de fibras metálicas obteniendo estos resultados; las resistencias estáticas a la flexión con volúmenes de fibra de 1%, 1.5% y 2% se obtuvo 75.96, 86.06 y 90.95 kg/cm² respectivamente así incrementando la capacidad resistente estática por flexión del concreto en 54.55 kg/cm², el incremento de la fibra de 1% a 2% tuvo un efecto positivo significativo sobre su capacidad resistente por flexión estática del concreto. Su conclusión a donde llegó es la resistencia a la flexión para 2,000,000 de ciclos de aplicación de carga con contenido adicional de fibras de 1%, 1.5% y 2%, los datos del ensayo de fatiga obtenidos se utilizaron para trazar los diagramas SN y derivar ecuaciones de fatiga para predecir la resistencia a la flexión del concreto. Las resistencias a la fatiga de 2,000,000 de ciclos para fibras que contiene el concreto son de 72.10%, 65.40% y 62.00% de la capacidad resistente por flexión estática que corresponden a 1%, 1.5% y 2% de fibras. La resistencia a la fatiga para el concreto en masa es 58.30% de la que corresponde a la resistencia estática a la flexión, entonces el volumen de fibra de 1% brinda mejor rendimiento. Las resistencias a la fatiga de 2,000,000 de ciclos de la tensión de fatiga realmente aplicada es de 53.84 kg/cm², 56.18 kg/cm² y 56.39 kg/cm² para dosificaciones de 0%, 1%, 1.5% y 2% respectivamente, y para un concreto simple es de 31.81 kg/cm².

Como bases teóricas podemos indicar que un concreto es una mezcla compuesta por el cemento, agregados gruesos y finos, agua y algunas veces se adicionan aditivos para cambiar positivamente propiedades del concreto (Abanto, 1995, pág.

11). El concreto material número uno usado en todo el campo de la construcción, justamente por las propiedades que brinda como son la trabajabilidad, resistencia, versatilidad y durabilidad que proporciona en sus diferentes estados físicos. El hormigón o concreto es un material fabricado por la humanidad, diseñándolos para producirlo en base a las normas que estandarizan su elaboración para que se aplique en un proyecto determinado con una facilidad de colocarlos y una buena apariencia. El concreto presenta una alta capacidad resistente a compresión, lo que es inverso para la tracción (usualmente es el 10% de su capacidad resistente de compresión) es esa la razón de incorporar acero de refuerzo para compensar la resistencia a la tracción. Hoy en día utilizan diferentes componentes que se incorporan como los residuos de la demolición de concreto (Franco, Carneiro, Espinosa, Cechella y mancio, 2021).

Tipos de concretos: Concreto simple; es la mezcla homogénea de cemento Portland, agregado grueso como fino y el material líquido agua, en la mezcla los agregados gruesos estarán envueltos por la pasta cementante y el agregado fino rellena esos espacios entre las piedras que también estará cubierto por la pasta cementante. Concreto Premezclado; es el concreto dosificado y mezclado en una planta concretera para luego ser transportado a una determinada obra. Concreto prefabricado; este concreto puede ser simple o con armadura que son previamente fabricados en un lugar diferente en donde se encuentra la obra. Concreto bombeado; es el concreto que se impulsa con una bomba mediante tuberías hacia una posición final (Abanto, 1995, pág. 24)

Sus propiedades en estado fresco son la consistencia, manejabilidad, segregación y la exudación, y cuando está endurecido son la durabilidad, impermeabilidad, su capacidad resistente a compresión, flexión, tracción, fatiga y la resistencia a la abrasión (Abanto, 1995, págs. 47-58).

Consistencia del concreto: Se mide en pulgadas y esto representa la fluidez o trabajabilidad del concreto fresco, esta propiedad favorece al concreto para que pueda ser fácilmente moldeable ya que en algunas circunstancias se requiere un concreto más fluido para evitar cangrejeras mayormente cuando se tiene

armaduras de acero muy confinados, para ello se utilizan aditivos químicos como los plastificantes y reductores de agua (Perez, 2020, pág. 37).

Tabla N° 1: Consistencia del concreto fresco

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Flavio A., *Tecnología del Concreto*

Esfuerzo a compresión: esta resistencia es medida numéricamente a que puede resistir el concreto sometidos a esfuerzos máximos dicho valor expresado en kg/cm², Mpa y en PSI, esta resistencia se determina dividiendo la carga máxima entre el área transversal del espécimen que se está ensayando (Garcia y Vargas, 2007). La ecuación para calcular su capacidad resistente por compresión en especímenes cilíndricas es la siguiente:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

En donde:

σ : es la resistencia a la compresión

P: es la carga aplicada máxima

A₀: es el área de la sección transversal de la briqueta cilíndrica

Esfuerzo a flexión: la capacidad resistente por flexión se determina en elementos tipo viga prismática construida basándose en la norma NTP 339.078 de 150mm x 150mm de sección y de 500mm de longitud, esta resistencia es muy aplicado en proyectos como pavimentos viales, losas, pistas de aeropuertos entre otros. Esta capacidad resistente es el Modulo de Rotura (MR) en donde está determinado por la norma "ASTM C-78" y "ASTM C293" y es el 10% a 20% de la capacidad resistente

por compresión (National Ready Mixed Concrete Association, 1991). Por otra parte el concreto cuando se refuerzan con fibras que incrementan su capacidad de resistir la tensión y flexión (Songy Hwang, 2004, pags. 669-673). El ensayo en flexión del concreto incorporado con fibras metalicos posee recomendaciones de manera normativa para poder evaluar los fenomenos de su comportamiento como UIL y SEC, ensayando en tres puntos (Barbosa, Rodrigues, Souza, Carvalho, Leal y Pereira, 2020).

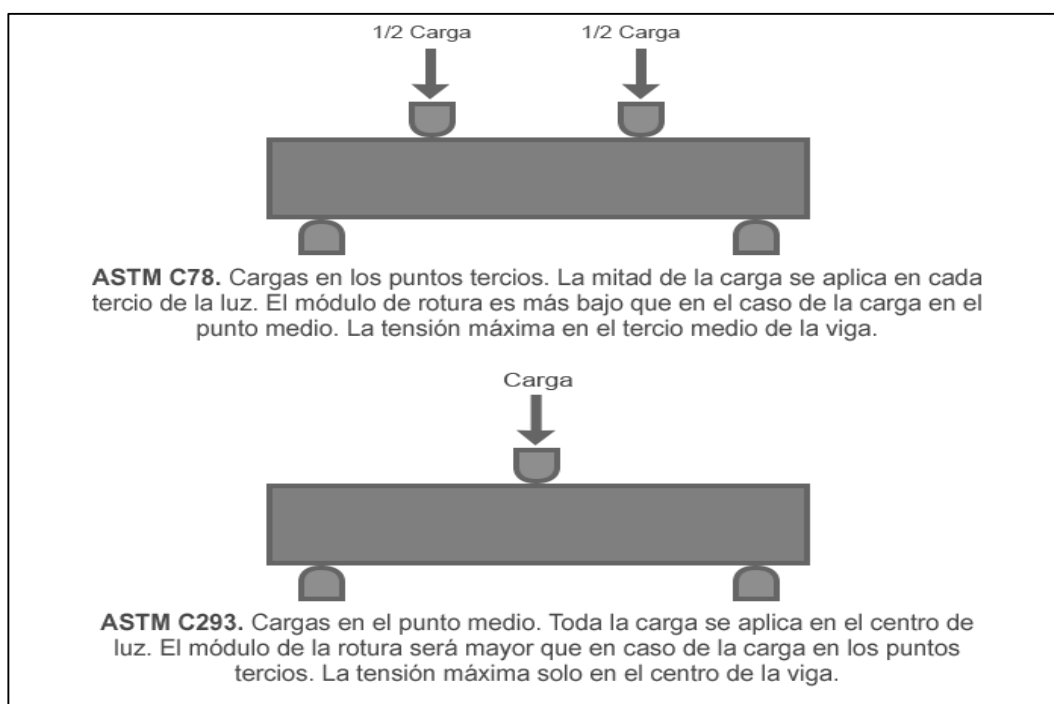


Figura N° 1: Ensayo de capacidad resistente por flexión

Esfuerzo a la fatiga: la capacidad resistente por fatiga es un fenómeno por el cual las losas del pavimento son sometidos a cargas dinámicas cíclicas, es decir es un proceso de cambio en la estructura permanente, progresivo y localizado ocurridos en los pavimentos sujetos a tensiones y deformaciones variables en un punto o más llegando a causar grietas o en el peor de los casos llegando a la fractura tras un número suficiente de fluctuaciones (Macero, 2014).

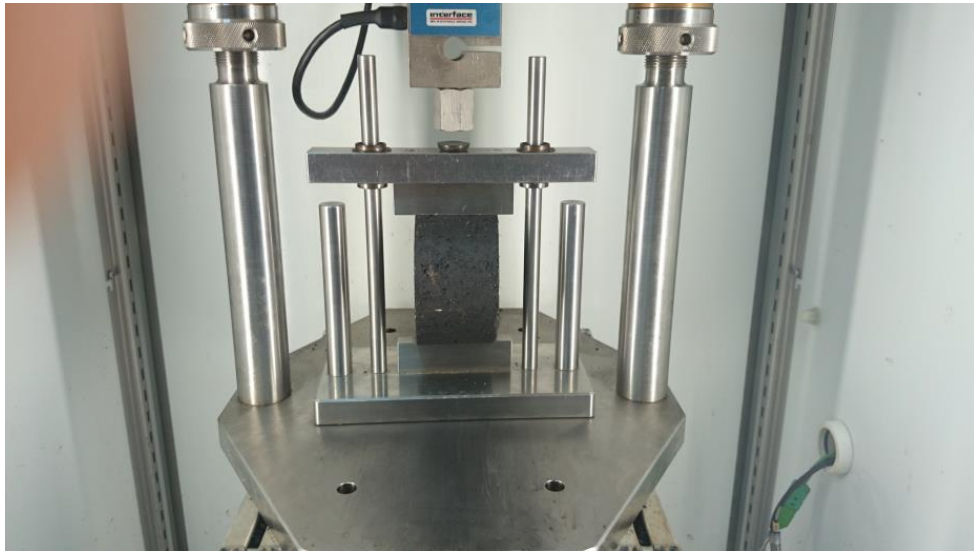


Figura N° 2: Ensayo de capacidad resistente por fatiga

Esfuerzo a la abrasión: se puede calcular mediante el ensayo de tipo desgaste abrasivo a seco con una rueda de plástico o caucho y un chorro de arena, para este ensayo las especificaciones los da la norma americana “ASTM G65”, la abrasión es la pérdida de masa resultado de la interacción entre las partículas duras a las que son sometidas contra una superficie y se movilizan a lo largo de ella así provocando daños en la superficie lo que lleva a la destrucción parcial o total del elemento ensayado (Xavier, Camello, Kuhl y Camargo, 2020).

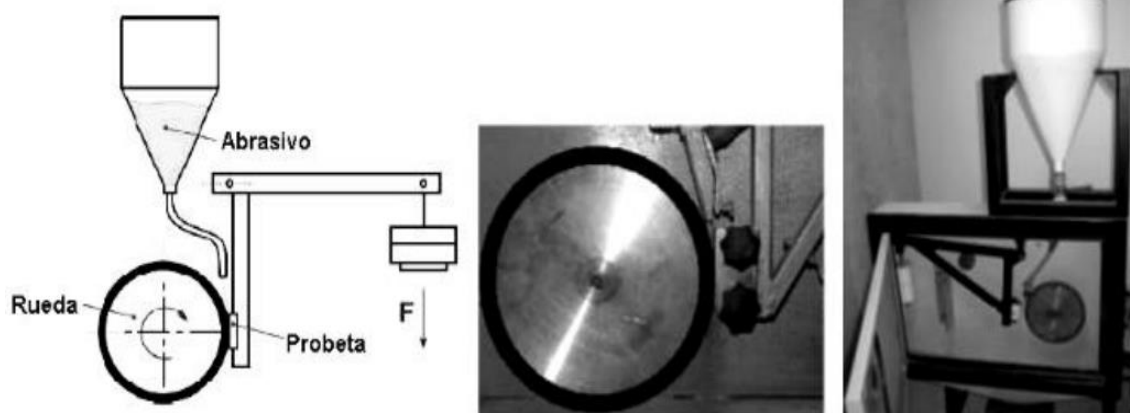


Figura N° 3: Equipo para el ensayos de abrasión

Fibra de acero: son fibras trefiladas de muy alta calidad para reforzar el concreto usado en losas industriales, tradicionales y en concretos prefabricados, están pegadas para facilitar que sean homogéneos en la mezcla del concreto así evitando que se aglomeren. Su relación l/d es alto por lo que se obtiene un buen rendimiento utilizando una menor cantidad de fibra así cumpliendo con la norma ASTM A 820. Sus dimensiones son de 60 mm de largo con los extremos formados y de 0.75 mm de diámetro, con una relación l/d igual a 80, una elongación de rotura de 4% y una resistencia a la tracción mayores a 1200 MPa lo cual otorga la ductilidad e incrementa la tenacidad del concreto en losas de bajo, medio y alto tránsito. (Sika® Peru, 2017). El incorporamiento de las fibras metálicas en las mezclas del concreto incrementan la capacidad resistente a flexión, una capacidad de esfuerzos antes y después del agrietamiento y una capacidad para absorber la energía necesaria sin que falle la estructura (Abaza y Hussein, 2014).

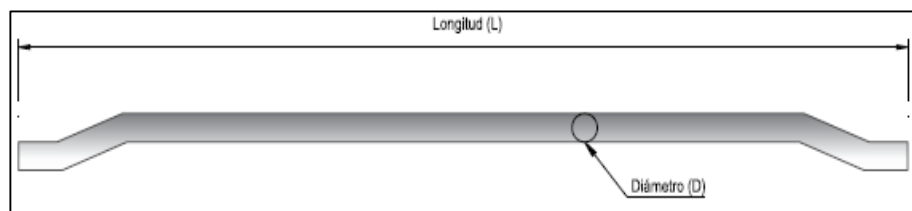


Figura N° 4: Característica geométrica de las fibras metálicas

Propiedades de las fibras: las fibras de acero poseen estas propiedades:

- Incrementa la capacidad resistente ante impactos, fatiga y la fisuración del concreto.
- Aumenta la ductilidad (resistencia a la tensión).
- Reduce las fisuras a causa de la retracción.
- No altera el tiempo en que fragua en el concreto.
- Su característica de que estén pegados garantiza un uniforme esparcimiento en el tiempo de mezclado del concreto.
- Su relación de longitud / diámetro es 80 asegurando un buen rendimiento.
- Los extremos formados aseguran que su anclaje al concreto sea máximo.

Aplicación de las fibras de acero: existen un amplio campo en donde se utilizan estas fibras para reforzar el concreto como en la construcción de puentes, aeropuertos, reservorios, tanques, bóvedas pero principalmente en pisos y pavimentos con dosificaciones que varían desde 0.25% hasta 2% del volumen del concreto y los volúmenes superiores a 2% afectan considerablemente la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

Aditivo: es un material que no siendo cemento, agregado, fibra de acero o agua es utilizado en la mezcla de concreto y puede ser incorporado durante o después del mezclado (ACI 116R, 2015).

Tipos de aditivos: el ACI-112 los clasifica de la siguiente manera:

- Aditivos reductores de agua
- Aditivos controladores de fragua
- Aditivos incorporadores de aire
- Aditivos plastificantes y superplastificantes
- Aditivos controladores de la permeabilidad
- Aditivos pegantes o epóxicos

Aditivo sikaCem® plastificante: es un aditivo líquido para elaborar concreto con bastante fluidez, así también reduce el agua en el concreto aumentando su resistencia y no contiene Cloruros por lo tanto no corroe los aceros, la dosificación de uso es de 250 ml a 500 ml por una bolsa de cemento de 42.5 kg (Sika® Peru, 2021).

Propiedades de sikaCem® plastificante: en el concreto fresco; mejora la trabajabilidad facilitando así su colocación y compactación, reduce el agua en 15% aproximadamente lo cual incrementa las resistencias mecánicas, incrementa la cohesión en el concreto así evitando la segregación de los agregados y disminuyendo la exudación. En el concreto endurecido; incrementa las resistencias mecánicas a esfuerzos por compresión en un 15%, incrementa la adherencia al acero así reduciendo la contracción (Sika® Peru, 2021).

Aditivo Sikafloor®-3 QuartzTop: aditivo endurecedor de superficies de pisos que se añade superficialmente al concreto cuando este va fraguando y aparezca una superficie mate, dicho aditivo está hecho por cemento, aditivos, pigmentos y partículas de cuarzo de una gran pureza y clasificados de acuerdo a su morfología, tamaño y sus propiedades tanto mecánicas como físicas. Este aditivo debe ser usado solo por expertos en pisos, parqueaderos, rampas, en interiores como también en exteriores. Y la dosificación para tráfico liviano de 3 kg/m², para tráfico mediano de 4 kg/m² y para tráfico alto de 5 kg/m² (Sika® , 2019).

Propiedades de Sikafloor®-3 QuartzTop: las propiedades que brinda este aditivo es la muy buena resistencia al tráfico, al impacto y al desgaste, reduce el costo de mantenimiento por desgaste, se obtiene un acabado antideslizante, incrementa considerablemente la capacidad resistente a deterioro por efectos de la abrasión en el pavimento así aumentando la vida útil del mismo, impide el desprendimiento de partículas ocasionado por el tránsito vehicular y peatonal, y una granulometría muy adecuada así facilitando su colocación y el acabado final (Sika® , 2019).

Pavimentos: estructura conformada por capas de diferentes materiales que descansa sobre un terreno natural que están sometidas a cargas que impone el tránsito vehicular y estos esfuerzos en la losa del concreto son generalmente esfuerzos a compresión y flexión siendo los más críticos ya que la resistencia a flexión del concreto es menor que a la compresión, esta debilidad es compensada por el acero de refuerzo en forma de barras o fibras ya que estas aumentan la resistencia a la fatiga y usadas frecuentemente (Papagiannakis y Masad, 2008).

Tipos de pavimentos: el MTC 2014, lo clasifica de la siguiente manera:

Pavimento flexible: comprende de la combinación de los áridos gruesos, finos, filler y gigante bituminoso. Es una combinación compacta pero también lo suficientemente plástica para absorber los esfuerzos y aguar las tensiones generadas por un tránsito elevado (Garber y Hoel, 2005).

Pavimento semirrígido: Son los pavimentos que su estructura está formado por una capa de asfalto y las bases de descanso están tratadas con cemento, cal y asfalto, esta mezcla es recomendable aplicarlos sobre las sub rasantes de buena

categoría o con un CBR $\geq 20\%$ cuando el tráfico sea mayor a 1'000,000 de EE. En este tipo de pavimentos el Manual de Carreteras incluye a los adoquines hechos con concreto, por eso son pavimentos y son recomendables usar en tramos donde la carretera cruza poblaciones y para tráficos menores o iguales a 15'000,000 de EE (MTC/14, 2014, pág. 171).

Pavimento rígido: Son pavimentos rígidos por su naturaleza de losa que la constituye que es de concreto. Debido a esa naturaleza que posee que es rígida, dicha losa absorbe de manera total los esfuerzos que se produzcan sobre ellas, de tal manera transmitiendo con menor intensidad las fuerzas a las capas que se encuentran en la posición inferior y finalmente hasta la sub rasante (MTC/14, 2014, pág. 211).

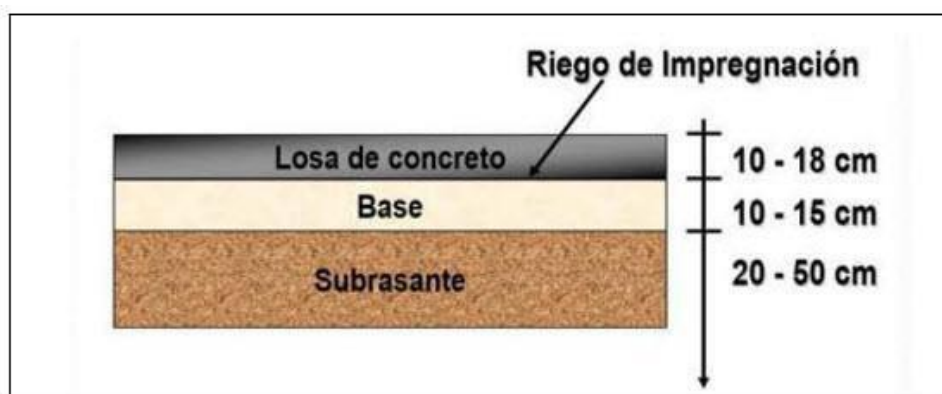


Figura N° 5: Sección de un pavimento rígido

Juntas: las juntas se construyen con el objetivo de controlar acciones de fisuración y acciones de agrietamiento que ocurren en las losas de concreto debido a agentes externos o internos como la contracción, así como a las variaciones de temperatura a las que están expuestas. La función de las juntas es de controlar las fisuras como también el agrietamiento longitudinal y transversal, dividir la carpeta de rodadura en paños en el proceso de construcción, permitir el alabeado en las losas y también su movimiento, proveer la zanja para el material sellante así permitiendo la transferencia de las cargas entre las losas (MTC/14, 2014, pág. 231).

Juntas longitudinales de contracción: estas juntas separan los carriles y también controlando la fisuración y el agrietamiento para que estos carriles se construyen en simultáneo de dos o más. Cuando ocurre eso se obtienen realizando un corte a de un tercio del espesor de la losa de concreto, con disco de 3 mm. El funcionamiento de transferencia de esfuerzos en estas juntas longitudinales se obtiene por la trabazón de los agregados, para que se mantenga la utilización de barras de anclaje con acero corrugadas (MTC/14, 2014, pág. 232).

Juntas longitudinales de construcción: estas juntas se construyen de acuerdo al encofrado usado, el método de transferencia de esfuerzo se obtiene por el uso de juntas de tipo machihembradas. No es recomendable el uso de estas juntas en pavimentos con anchos de espesores que sean menor de 25 cm. Estas juntas siempre necesitan la utilización de barras de anclaje para garantizar la unión de carriles. Cuando no se utilizan juntas de tipo llave, las barras de anclaje tiene la capacidad de aportar todas las cargas, porque el tránsito es de ipo canalizado al carril del pavimento (MTC/14, 2014, pág. 232).

Juntas transversales de contracción: estas juntas son construidas de manera transversal a la línea central del pavimento y separadas para que el agrietamiento y la fisuración sean controladas. El espaciamiento que se recomienda entre juntas no debe ser mayor de 4.50 metros. Estas se obtienen cortando la losa de un tercio del espesor, utilizando un disco de corte de 3 mm, así obteniendo una zanja lo suficientemente para inducir la fisura. El funcionamiento de la transferencia de esfuerzo se da mediante la trabazón de agregados o también con el uso de pasadores (MTC/14, 2014, págs. 232-233).

Juntas transversales de construcción: estas juntas son obtenidas al concluir los trabajos. Estas juntas se deberán ubicar y elaborar en un lugar planeado siempre que sea necesario, para su funcionamiento se requiere el uso de pasadores y así lograr la transmisión de esfuerzos (MTC/14, 2014, pág. 233).

Juntas transversales de dilatación: en los pavimentos rígidos normalmente no se hacen uso de este tipo de juntas. Antes se utilizaban para reducir los esfuerzos por compresión, pero esto producía que las zanjas de las juntas de contracción se abrieran más de lo que está permitido deteriorando la trabazón de los agregados y así perjudicando la transferencia de carga (MTC/14, 2014, pág. 233).

Sellado de las juntas: se sellan las juntas cumple una función principal en pavimentos de tipo rígidos lo cual minimiza la infiltración de líquidos-agua y la acumulación de material incompresibles dentro de ella. Cuando ingresa el agua deteriora las capas de soporte y sub rasante ocasionando la pérdida de apoyo estructural, los asentamientos, escalonamiento y diferenciales. Este material liquido elimina los materiales finos de la estructura de las capas por bombeo ocasionado el correcto paso vehicular, cuando ingresan materiales incompresibles perjudica a las juntas, y también se despostillan lo cual pueden ser causa para roturas en el concreto (MTC/14, 2014, pág. 235).

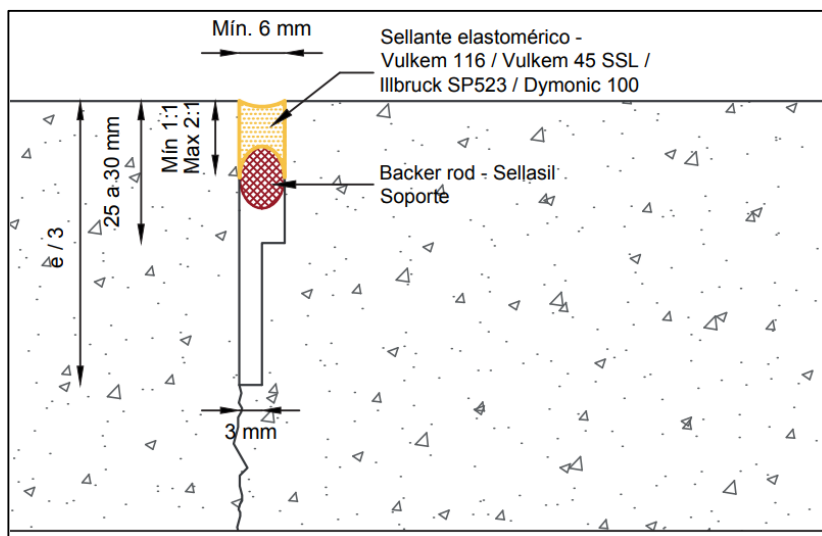


Figura N° 6: Detalle de sellado de juntas

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Según Hernandez, R. (2014). Define los tipos de investigación por enfoque; cuantitativo, cualitativo y mixto. Y por propósito; básica y aplicada.

Considerando que este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar de qué manera la fibra de acero y aditivo químico puede mejorar las propiedades mecánicas de capacidades resistentes del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido, Andahuaylas – 2022.

Por lo tanto el tipo de investigación de esta tesis; por enfoque es cuantitativo porque se va a analizar el efecto producido por la acción al manipular las Variables Independientes sobre las Dependientes y cuantificarlos en valores numéricos; y por propósito es aplicada porque corresponde a las investigaciones aplicadas en la mezcla de concreto del pavimento rígido con fibra de origen metálico y aditivo químico en donde se ensayaran en un laboratorio.

3.1.2. Nivel de la investigación

Para Moreno, E. (2016). Los niveles de la investigación se dividen en; “explicativo, descriptivo, correlacional, explicativo y predictivo”.

Considerando que en este trabajo de investigación se va a manipular las variables independientes con distintas dosificaciones de fibras metálicas y aditivo químico para analizar los efectos en las propiedades mecánicas de capacidades resistentes del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$, siendo este la variable dependiente.

Por lo tanto el nivel de investigación en este trabajo es explicativo porque al manipular la variable independiente ocurren cambios en la variable dependiente por lo que sigue la relación causa – efecto.

3.1.3. Diseño de la investigación

Según Hernandez, Fernandez y Baptista (2006). Definen los tipos de diseños como: experimental que está dividido en; experimental puro, cuasi experimental y pre experimental y el diseño no experimental dividido en; longitudinal y transversal.

Por consiguiente el diseño del presente trabajo de investigación es experimental, porque tiene un grupo de control (muestra inalterada) y un grupo de experimentación (muestras con dosificaciones diferentes), es por ello que se manipulara la variable independiente (fibras de acero y aditivo químico) en dosificaciones diferentes para así evaluar en qué manera influye en la variable dependiente que son las propiedades mecánicas en su capacidad resistente del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, se tomaran muestras de manera no aleatorio por lo que es de tipo cuasi experimental por que poseen un grupo de control que es la muestra que esta inalterable con 0% de fibra, y un grupo de experimentación con adición de fibras con porcentajes variados, lo cual se toman muestras no probabilísticos y no al azar.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variables

3.2.1.1. Variable Independiente: Fibra de Acero y Aditivo Químico

Definición conceptual:

Fibra de acero: son fibras trefiladas de muy alta calidad para reforzar del concreto que se utilizan en losas industriales, tradicionales y en concretos prefabricados, están pegadas para facilitar que sean homogéneos en la mezcla del concreto así evitando que se aglomeren. Su relación l/d es alto por lo que se obtiene un buen rendimiento utilizando una menor cantidad de fibra así cumpliendo con la norma ASTM A 820. Sus dimensiones son de 60 mm de largo con los extremos formados y de 0.75 mm de diámetro, con una relación l/d igual a 80, una elongación de rotura de 4% y una resistencia a la tracción mayores a 1200 MPa lo cual otorga la ductilidad e incrementa la su capacidad tenaz del concreto en losas de bajo, medio y alto tránsito. (Sika® Peru, 2017).

La incorporación de las fibras de acero está siendo cada vez más es así reemplazando a las varillas de acero de temperatura, ya que su capacidad mayor de resistir a esfuerzos por flexión y a compresión aumenta, así también mejorando en el agarre del concreto y evitando las fisuras en el pavimento.

Aditivo sikaCem® plastificante: Es un aditivo líquido compuesto por lignosulfonatos y polímeros orgánicos para elaborar concreto con bastante fluidez, así también reduce el agua en el concreto aumentando su resistencia y no posee Cloruros por lo tanto no corroen los aceros, la dosificación de uso es de 250 ml a 500 ml por una bolsa de cemento de 42.5 kg (Sika® Peru, 2021).

Aditivo Sikafloor®-3 QuartzTop: aditivo endurecedor de superficies de pisos que se añade superficialmente al concreto cuando este va fraguando y aparezca una superficie mate, dicho aditivo está hecho por cemento, aditivos, pigmentos y partículas de cuarzo de una gran pureza y clasificados de acuerdo a su morfología, tamaño y sus propiedades tanto mecánicas como físicas. Este aditivo debe ser usado solo por expertos en pisos, parqueaderos, rampas, en interiores como también en exteriores. Y la dosificación para tráfico liviano de 3 kg/m², para tráfico mediano de 4 kg/m² y para tráfico alto de 5 kg/m² (Sika® , 2019).

3.2.1.2. Variable Dependiente: Propiedades del Concreto $f'c=210$ kg/cm² Ante Efectos de Alto Transito en Pavimento Rígido

Definición conceptual:

Propiedades del concreto $f'c= 210$ kg/cm²: Sus propiedades en estado fresco son la consistencia, trabajabilidad, segregación y la exudación, en estado endurecido la durabilidad, impermeabilidad, resistencia a esfuerzos por compresión, resistencia a esfuerzos por flexión, resistencia a esfuerzos por tracción, resistencia a esfuerzos por fatiga y la resistencia a esfuerzos por abrasión (Abanto,F. 1995 págs. 47-58).

Resistencia a la compresión: es su capacidad de resistir de una espécimen de concreto a esfuerzos por compresión medida numéricamente, se determina la resistencia de una briqueta de concreto de dos fuerzas máximas opuestas dicho valor expresado en kg/cm², Mpa y en PSI, esta resistencia se obtiene con valores de la carga máxima y el área transversal del espécimen que se está ensayando (Garcia y Vargas, 2007).

Resistencia a la flexión: es la capacidad de resistir de un espécimen de concreto esfuerzos por flexión se determina en elementos tipo viga prismática construida basándose en la norma NTP 339.078 de 150mm x 150mm de sección y de 500mm de longitud, esta resistencia es muy aplicado en proyectos como pavimentos viales, losas, pistas de aeropuertos entre otros. Esta resistencia también lo llaman Modulo de Rotura (MR) determinado por la norma “ASTM C78” y “ASTM C293” y es el 10% a 20% de la resistencia a compresión (National Ready Mixed Concrete Association, 1991).

Resistencia a la fatiga: la resistencia a la fatiga es un fenómeno por el cual las losas del pavimento son sometidos a cargas dinámicas cíclicas, es decir es un proceso de cambio en la estructura permanente, progresivo y localizado ocurridos en los pavimentos sujetos a tensiones y deformaciones variables en un punto o más llegando a causar grietas o en el peor de los casos llegando a la fractura tras un número suficiente de fluctuaciones (Macero, W. 2014).

Resistencia a la abrasión: se puede calcular mediante el ensayo de tipo desgaste abrasivo a seco con una rueda de plástico o caucho y un chorro de arena, para este ensayo las especificaciones los da la norma americana “ASTM G65”, la abrasión es la pérdida de masa resultado de la interacción entre las partículas duras a las que son sometidas contra una superficie y se movilizan a lo largo de ella así provocando daños en la superficie lo que lleva a la destrucción parcial o total del elemento ensayado (Xavier, Camello, Kuhl y Camargo, 2020).

3.2.2. Operacionalización

La Operacionalización de variables está ubicado en el (ANEXO 2)

3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1. Población: La población puede ser limitado o ilimitado de elementos con propiedades de manera común para ello son amplias las conclusiones de una investigación, está limitada por un problema como también por objetivos de un estudio puede ser de investigación o artículos (Arias, 2006, p. 81).

Para esta investigación la población está constituida por la producción de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sin la adición de fibras metálicas y aditivo químico, y con la adición de fibras metálicas + aditivo químico para pavimento rígido en la ciudad de Andahuaylas.

3.3.2. Muestra: Es una fracción que proviene de la población accesible a la que se extrae con sus propiedades objetiva y reflejo fiel (Gonzales, 2014).

La muestra está conformada por briquetas cilíndricas y tipo prismático de un concreto cuya resistencia es $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cada indicador, de acuerdo al requerimiento indicado en la norma NTE E060 y cuyo detalle se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla N° 2: Cantidad de muestras patrón, con fibras y aditivos

		PARA EL ENSAYO A COMPRESION			PARA EL ENSAYO A FLEXION			PARA EL ENSAYO A FATIGA	PARA EL ENSAYO A ABRASION
		7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	28 días	28 días
CN	0kg(FA) + 0%ADIT	3	3	3	3	3	3	3	3
CFA-40	40kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT	3	3	3	3	3	3	3	3
CFA-50	50kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL		72							

Fuente: Propia

3.3.3. Muestreo: es un procedimiento en el que se alcanza a ver la probabilidad que posee cada uno de los elementos de la muestra (Arias, 2006).

El muestreo que se utilizó en este proyecto es no probabilístico y se tomara por conveniencia de acuerdo al requerimiento de la norma NTE E 060.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas: es un mecanismo para recolectar datos necesario para responder las preguntas planteadas en su investigación, pueden ser de observación, encuesta, entrevistas y sesiones en profundidad (Tamayo y Silva, 2016).

La técnica utilizada en este proyecto es de observación directa, porque observaremos los ensayos y su resultado de manera directa.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos: son fichas donde se plasman los datos mediante ello se obtendrá la recolección de datos (Tamayo y Silva, 2016, p. 9).

Para evaluar y analizar los datos el instrumento a utilizar en esta investigación es la guía de observación.

- Ficha técnica 01, para la compresión del concreto (Anexo 6)
- Ficha técnica 02, para la flexión del concreto (Anexo 7)
- Ficha técnica 03, para la fatiga del concreto (Anexo 8)
- Ficha técnica 04, para la abrasión del concreto (Anexo 9)

3.4.3. Validez: dicha investigación realizara la validación por el método de juicio de expertos, ingenieros con conocimiento en el tema y así garantizar la calidad de trabajo de investigación, por lo tanto se tiene los siguientes expertos:

Tabla N° 3: Tabla de datos de expertos

EXPERTO	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	ANEXO
1	ING. EULOGIO NAVARRO FLORES	266358	ANEXO 5 A 8
2	ING. LOLO LIZARME FERNANDEZ	53574	ANEXO 5 A 8
3	ING. JAVIER A. APARCO BERROCAL	53573	ANEXO 5 A 8

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Confiabilidad: es considerado como un analizador de datos obtenidos en sus atributos y cualidades de una investigación para lograr mostrarlas por lo que su característica más importante es la veracidad y la originalidad (Hernández, 2014).

La confiabilidad se garantizara con las certificaciones de calibración de los equipos a utilizarse en este trabajo de investigación, como son:

Certificado 01: calibración de equipo compresor de briquetas (Anexo 9)

Certificado 02: calibración de equipo flexión (Anexo 9)

Certificado 03: calibración de equipos de ensayo de fatiga (Anexo 9)

Certificado 04: calibración de equipo de ensayo de abrasión (Anexo 9)

3.5. Procedimientos

3.5.1. ETAPA I: Recopilación y obtención de materiales

La recopilación y obtención de los materiales a usarse en esta investigación, se realizaron de manera progresiva de acuerdo a los requerimientos necesitados.

➤ **Cemento Portland Tipo I**

El cemento Portland Tipo I se compró de una ferretería en una cantidad de 04 bolsas de 42.5 kg, para luego transportarlos al laboratorio en donde se realizaran los estudios.

En donde este tipo de cemento cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.



Figura N° 7: *Cemento Portland Tipo I*

➤ **Agregados**

Los agregados tanto como el fino y grueso que se utilizaron en este estudio fueron extraídos de la cantera Salta, se optó por dicha cantera llamada Santa Lucia por las propiedades que brinda y dichos agregados son los más requeridos en las obras civiles en la ciudad de Andahuaylas, por ser muy accesibles ya que está muy cerca y es de una calidad considerable.

Tabla N° 4: Coordenadas del perímetro ubicación de la cantera Santa Lucia

Punto	Este	Norte
1	670491.87 m E	8489432.54 m S
2	670507.60 m E	8489477.52 m S
3	670577.06 m E	8489522.16 m S
4	670612.54 m E	8489510.82 m S
5	670611.20 m E	8489410.11 m S
6	670598.90 m E	8489388.69 m S
7	670547.98 m E	8489418.99 m S

Fuente: Propia

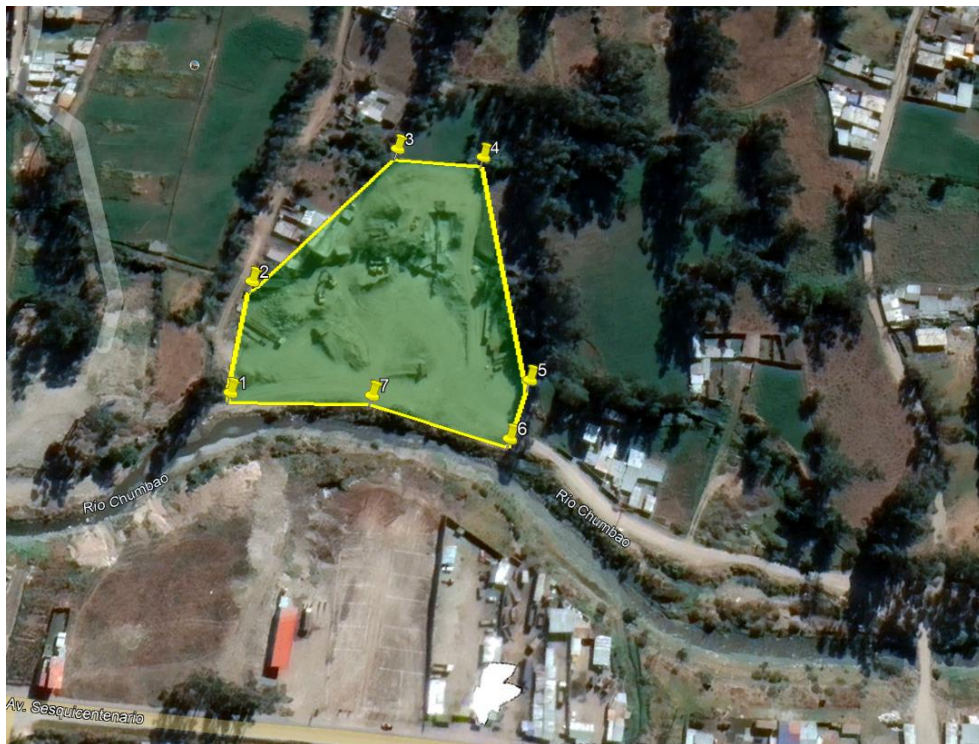


Figura N° 8: Croquis de la ubicación de la cantera Santa Lucia

Los agregado (piedra chancada y arena gruesa) de obtuvieron de esta cantera ubicado en Andahuaylas en un volumen de 1m³ de cada agregado tanto como la piedra chancada con un TMN de ¾” y como la arena gruesa, y luego ser trasladado al laboratorio de estudio para su análisis.

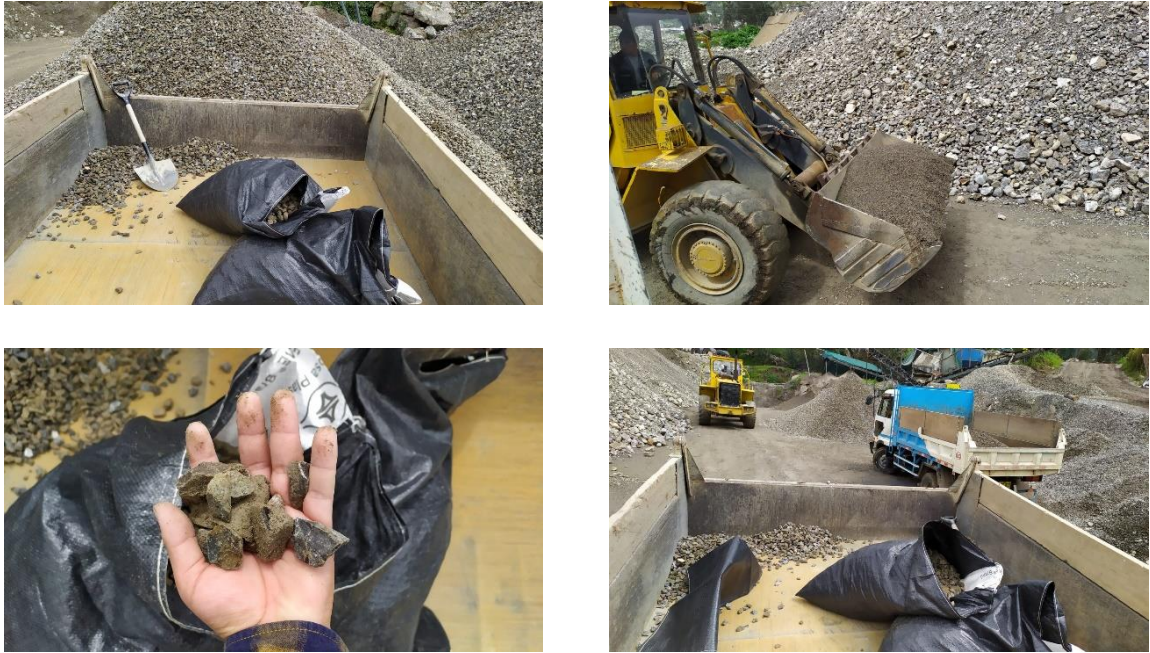


Figura N° 9: Se obtiene los agregados de la cantera “Santa Lucia”.

➤ **Fibras de Acero**

Estas fibras de origen metálico se obtuvieron manualmente de un acero en forma de alambre fino cortados a 60mm de longitud que estas fibras se proporcionaran en diferentes dosificaciones en la hora de mezclado del concreto.



Figura N° 10: Obtencion de la fibra de acero de 60mm de longitud

➤ **Aditivos Químicos**

Los aditivos químicos se obtuvieron de la tienda Sika, tanto el Sika®Cem Plastificante como el Sika®floor-3 Quartz Top, coordinando con la logística de la tienda proveedora en la ciudad de Lima hasta su puesta en laboratorio en la ciudad de Andahuaylas.



Figura N° 11: aditivos químicos que se incorporaran a la masa de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

3.5.2. ETAPA II: Caracterización de los materiales según NTP 400.12.2021

➤ **Cemento**

- ✓ Portland Tipo I
- ✓ $P_e = 3.12$

➤ **Aditivos químicos**

Sika®Cem Plastificante:

- ✓ Densidad = 1.20 ± 0.02
- ✓ Dosificación = 250 ml

Sika®floor-3 Quartz Top:

- ✓ Densidad = $1.80 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.1$
- ✓ Dosificación = 5 kg/m^2

➤ **Agregados:**

Los ensayos preliminares que se realizaran a los agregados se realizaron bajo la normatividad del Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000 del MTC), estos se hicieron para la piedra chancada y la arena gruesa con algunas variaciones según las indicaciones del manual.

3.5.2.1. Contenido de humedad en los agregados:

Este ensayo se ejecuta bajo el marco de EM 2000, MTC E 108 – 2000; ensayo que determina la cantidad de humedad o el contenido de ella, el cual está en el marco de la norma ASTM D2216.

a) Equipos utilizados

- ✓ Balanza
- ✓ Recipientes o taras
- ✓ Horno a una temperatura de 105 +/- 5°C

b) Descripción del proceso

- ✓ Para comenzar se separa el material por un método llamado cuarteo y tomar una porción de muestra la cual sera representativa, luego se colocan en envases antes tarados.
- ✓ Se anota el peso del recipiente más el material parcialmente húmedo y se coloca en un horno por 24 h a 105 +/- 5°C, cumplido ese tiempo se dejara enfriar para luego pesarlo como un material o muestra seca.
- ✓ Se obtienen tres valores de muestras para promediar el valor del ensayo para que sea más exacto.

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} * 100$$



Figura N° 12: Ensayos en el agregado grueso y agregado fino.

c) Cálculos

Tabla N° 5: Contenido de humedad, en el agregado fino

Agregado	Agregado Fino		Agregado Grueso	
	O	K	A	B
Muestra				
Peso de Capsula (g)	87	87	100	100
Peso Capsula+Suelo Humedo (g)	653	653	718	718
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	625	625	713	713
Peso del Suelo Humedo (g)	566.00	566.00	618.00	618.00
Peso del Suelo Seco (g)	538.00	538.00	613.00	613.00
Peso del Agua (g)	28.00	28.00	5.00	5.00
Contenido de Humedad (w)	5.20	5.20	0.82	0.82
Promedio Contenido de Humedad %	5.20		0.82	

Fuente: Propia

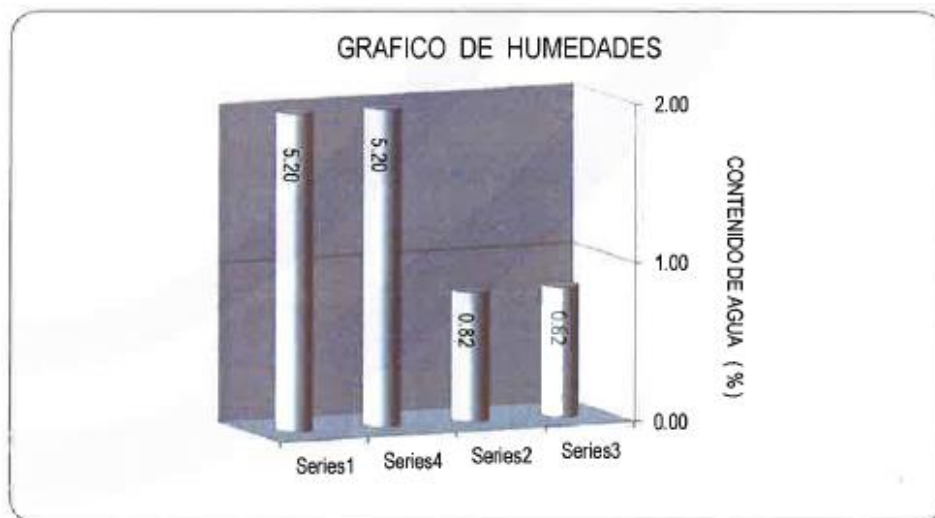


Figura N° 13: Barra de Humedades del agregado fino y grueso

3.5.2.2. **Peso específico y absorción de los agregados finos**

Este ensayo llamado peso específico, determina el peso promediado de una cantidad de partículas de arena gruesa, restando el volumen de vacíos existentes entre las partículas. Se trabajó bajo la norma EM 2000, MTC E 205 – 2000; peso específico y la absorción en agregados finos, sujeta a la norma ASTM C128.

a) Equipos utilizados

- ✓ Balanza
- ✓ Molde o recipiente de absorción
- ✓ Bandejas metálicas
- ✓ Picnómetro
- ✓ Varilla para apisonado
- ✓ Aparato que proporcione calor moderado

b) Descripción del proceso

- ✓ Se toma un kilo de muestra de los que pasan la malla N° 04 lo cual se sumerge en agua por 24 horas hasta su saturación.
- ✓ Cuando la muestra está saturada se libera el agua con mucho cuidado para luego desecar en un recipiente metálico para suministrarle calor de manera homogénea durante todo el proceso.
- ✓ Luego se toma la muestra y se llena en el cono con apisonado no tan fuerte de 25 golpes luego se verifico un desmoronamiento esto afirma que la condición está saturado seco (S.S.S.).
- ✓ Se toma una muestra que se trabajó anteriormente y se llena en un picnómetro ya tarado para luego calcula su peso, luego se vierte agua en 90% de su volumen y se expulsa el aire contenido con un método llamada baño maría.

- ✓ Cuando el picnómetro está lleno se calcula el peso luego se retira el elemento líquido y la arena se pasa a un recipiente tarado para su secado por aproximadamente 24 horas en un horno para determinar su peso seco.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} * 100$$

Donde:

A: Peso seco de la muestra

B: Peso del recipiente + agua

C: Peso del recipiente + agua + muestra

S: Peso saturada de la muestra

Tabla N° 6: Datos del ensayo de peso específico

Identificación: Norma MTC E 205 - 2000		Agregado Fino
N° de muestra		1
Peso frasco + agua	g	564
Peso material saturado	g	643
Peso material + frasco + agua	g	1185
Peso con desplazamiento. De volumen	g	796
Volumen masa + Vol. Vacios	cm ³	389
Peso material. Seco en estufa a 105°C	g	621
Volumen de la masa	cm ³	389
Peso específico seco		1.596
Peso específico saturado		1.596
Peso específico aparente seco		1.596
% Absorción		3.54

Fuente: Propia

3.5.2.3. Peso específico y absorción de los agregados gruesos

Este ensayo está dentro del marco del EM 2000, MTC E 206 – 2000; densidad específica y absorción en agregados gruesos, el cual está sujeto a la norma ASTM C127.

a) Equipos utilizados

- ✓ Balanza
- ✓ Probeta graduada
- ✓ Canasta
- ✓ Recipientes
- ✓ Horno 105 +/- 5°C

b) Descripción del proceso

- ✓ Se toma una muestra representativa de 3kg la cual se satura por 24 horas, luego se separa del agua cuidadosamente a un paño absorbente.
- ✓ Se seca manualmente y se toma un aproximado de 600 gr para pesar así obtener su saturación superficialmente seco y se lleva a un recipiente lleno de agua que depende de una fina balanza de alta precisión para determinar su peso en estado sumergido, luego se lleva a un horno caliente por 24 horas para calcular su peso seco con la siguiente formula.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A: Peso del aire en el material secado en el horno (gr)

B: Peso del material saturado superficialmente seca (gr)

C: Peso del agua del material de la muestra saturada (gr)

c) Cálculos

Tabla N° 7: Datos del ensayo, Peso específico y absorción de la piedra chancada

Identificación: Norma MTC E 206 - 2000		Agregado Grueso
N° de muestra		1
Peso material sat. y sup. seca (en aire)	g	646
Peso material sat. y sup. seca (en agua)	g	402
Volumen de la masa+ Volumen de vaciosa	cm ³	244
Peso material. Seco en estufa a 105°		639
Peso específico seco		2.619
Peso específico saturado		2.648
Peso específico aparente seco		2.696
% Absorción		1.10

Fuente: Propia elaboración

3.5.2.4. Peso unitario y vacíos en los agregados finos y gruesos

Este ensayo de laboratorio permite determinar el valor del peso unitario del agregado compactado o suelto y calcular la cantidad de huecos entre las partículas en una masa de agregado grueso, el tamaño del agregado tiene que ser menor de 5 pulgadas (125mm). Este está dentro del marco de la norma EM 2000, MTC E 203 – 2000; peso unitario y cantidad de vacíos de los agregados, el cual está sujeto a la norma ASTM C29.

a) Equipos utilizados

- ✓ Recipientes metálicos
- ✓ Balanza
- ✓ Varilla para compactar

b) Descripción del proceso

- ✓ Se toma un molde de 15cm x 30 cm se calcula su peso y sus dimensiones para calcular su volumen.
- ✓ Para obtener su peso unitario compactado se vierte el agregado en el molde en 3 capas en volúmenes proporcionales hasta llenar el molde apisonando con 25 golpes y finalmente se enrasa al nivel del molde con la varilla y se lleva a pesar con su contenido.
- ✓ Para obtener este valor del agregado es igual al procedimiento anterior pero sin apisonarlo, solo se vierte la muestra al recipiente de una altura de 2" con la ayuda de un cucharón, se realiza el enrasado y se pesa juntamente con el contenido.
- ✓ NOTA: este procedimiento de laboratorio se hizo tanto para la arena gruesa y piedra chancada, así también el molde se usó para los 2 tipos de agregados.



Figura N° 14: Muestras para el ensayo de peso unitario tanto suelto como compacto de la piedra chancada y arena gruesa.

c) Cálculos

Tabla N° 8: Peso unitario y vacíos en el agregado fino

Diámetro:	15.20 cm			
Altura :	21.50 cm			
Volumen:	3,901.24 cm ³			
	0			
N° Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	9,211	9,213	9,215	9,214
W. Molde (g)	2,741	2,741	2,741	2,741
W. Suelo (g)	6,470	6,472	6,474	6,473
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.658	1.659	1.659	1.659
Peso Unitario Compacto	1.659 g/cm³			
N° Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	8,664	8,637	8,647	8,652
W. Molde (g)	2,741	2,741	2,741	2,741
W. Suelo (g)	5,923	5,896	5,906	5,911
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.518	1.511	1.514	1.515
Peso Unitario Suelto	1.515 g/cm³			

Fuente: Propia

Tabla N° 9: Peso unitario y vacíos en el agregado grueso

Diámetro:	15.20 cm			
Altura :	21.50 cm			
Volumen:	3,901.36 cm ³			
N° Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	8,672	8,666	8,671	8,670
W. Molde (g)	2,741	2,741	2,741	2,741
W. Suelo (g)	5,931	5,925	5,930	5,929
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.520	1.519	1.520	1.520
Peso Unitario Compacto	1.520 g/cm³			
N° Muestra	1	2	3	4
W. Suelo Seco+Molde (g)	7,890	7,907	7,909	7,904
W. Molde (g)	2,741	2,741	2,741	2,741
W. Suelo (g)	5,149	5,166	5,168	5,163
Peso Unitario Compacto (g/cm ³)	1.320	1.324	1.325	1.323
Peso Unitario Suelto	1.323 g/cm³			

Fuente: Propia

3.5.2.5. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

Ensayo dentro del marco del EM 2000, MTC E 204 – 2000; análisis granulométrico de agregados como piedra chancada y arena gruesa, respaldada por el ASTM C136.

a) Equipos utilizados

- ✓ Tamices normados (1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 04, N° 08, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200 todos con base y tapas.)
- ✓ Balanza
- ✓ Horno con temperatura de 105 +/- 5°C

b) Descripción del proceso

- ✓ Se separó el material estudiado por la malla N° 04 y el que quede retenido en ella será el agregado grueso y la muestra que pasa la malla N° 04 será el agregado fino.
- ✓ Luego de haber separado el material en estudio seco y limpio de impurezas se hecha a los tamices para golpearlos ligeramente y girando hasta obtener un peso constante en cada uno de los tamices.
- ✓ Para el agregado grueso se pasa por cada tamiz por ser mayor en cantidad.
- ✓ La cantidad que queda retenida de agregado en los tamices se pesa incluido los que quedan en la base, previo a este ya se deberá pesar el material, y esta diferencia no deberá ser mayor del 0.3%.



Figura N° 15: Equipos para el ensayo de granulometria y el proceso de separacion del agregado grueso y fino.

a) Cálculos

Los cálculos del ensayo de granulometría para el agregado grueso y agregado fino se presentan a continuación:

Agregado fino

Tabla N° 10: Resultados del análisis granulométrico del agregado fino

Tamaño de mallas		Peso retenido	Retenido en	% que pasa	Características físicas	
(Pulg.)	(mm)	g	%			
3/8"	9.52	4.00	0.17	99.83	Modulo de fineza (2.35 a 3.15)	3.13
No 4	4.76	67.00	2.89	96.94	Contenido de humedad	5.20
No 8	2.36	310.00	13.36	83.58	Peso unitario suelto (Tn/m ³)	1.51
No 16	1.18	421.00	18.14	65.45	Peso unitario compacto (Tn/m ³)	1.66
No 30	0.59	754.00	32.49	32.96	Peso específico seco	1.60
No 50	0.30	504.00	21.71	11.25	Peso específico saturado	1.60
No 100	0.15	218.00	9.39	1.85	Peso específico aparente, seco	1.60
No 200	0.07	29.00	1.25	0.60	% absorción	3.54
Cazoleta	0.1	14.00	0.60	0.00	% que pasa la malla N° 200 (<0.5%)	0.60
Total :		2,321.00	100.00			

Fuente: Propia

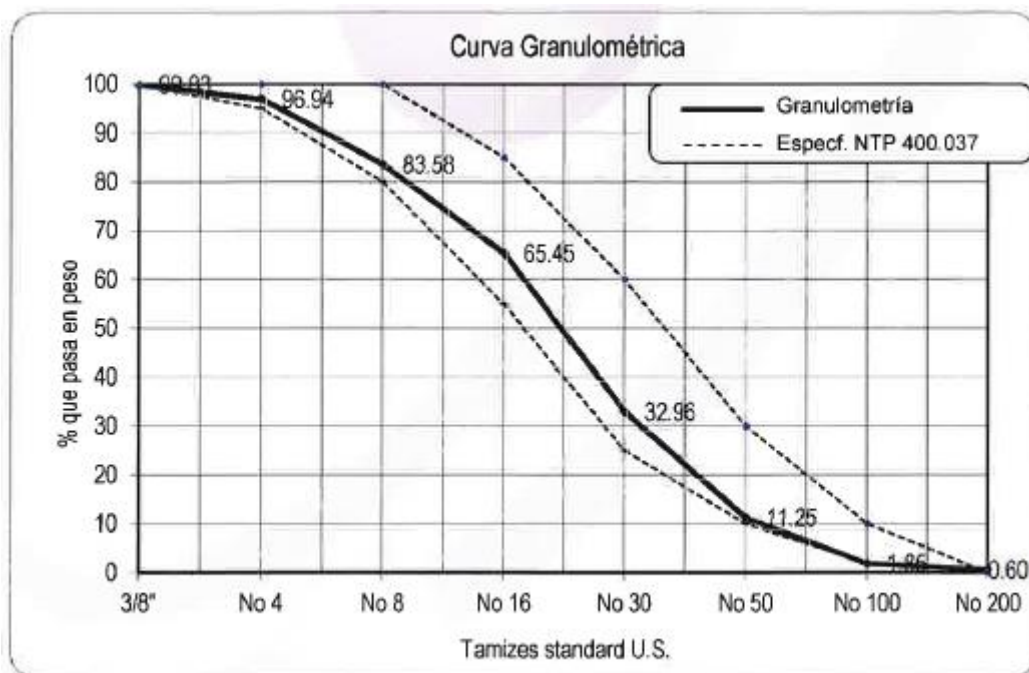


Figura N° 16: Curva granulométrica del ensayo en agregado fino

Agregado grueso

La piedra chancada de la cantera Santa Lucia.

Tabla N° 11: Resultados del ensayo granulométrico de la piedra chancada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C33 PARA AGREGADO GRUESO								
TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulg.	mm	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)	MIN. (%)	MAX. (%)	
3"	76.20							
2 1/2"	63.50							Características físicas Tamaño máximo: 1" Tamaño máximo nominal: 3/4" Contenido de humedad: 0.82 Peso unitario suelto (Tn/m³): 1.32 Peso unitario compacto (Tn/m³): 1.52 Peso específico seco: 2.62 Peso específico saturado: 2.65 Peso específico aparente, seco: 2.70 % absorción: 1.10 OBSERVACIONES:
2"	50.80							
1 1/2"	38.10					100.0	100.0	
1"	25.40	395.0	18.8	18.8	81.2	90.0	100.0	
3/4"	19.05	993.0	47.4	66.2	33.8	20.0	55.0	
1/2"	12.70	574.0	27.4	93.6	6.4		10.0	
3/8"	9.53	80.0	3.8	97.4	2.6		5.0	
3/4"	6.35							
N° 4	4.75	16.0	0.8	98.2	1.8			
N° 8	2.36							
N° 10	2.00							
N° 18	1.19							
N° 20	0.85							
N° 30	0.60							
N° 40	0.42							
N° 50	0.30							
N° 60	0.25							
N° 80	0.18							
N° 100	0.15							
N° 140	0.11							
N° 200	0.074							
BANDEJA		38.0	1.8	100.0				

Fuente: Propia

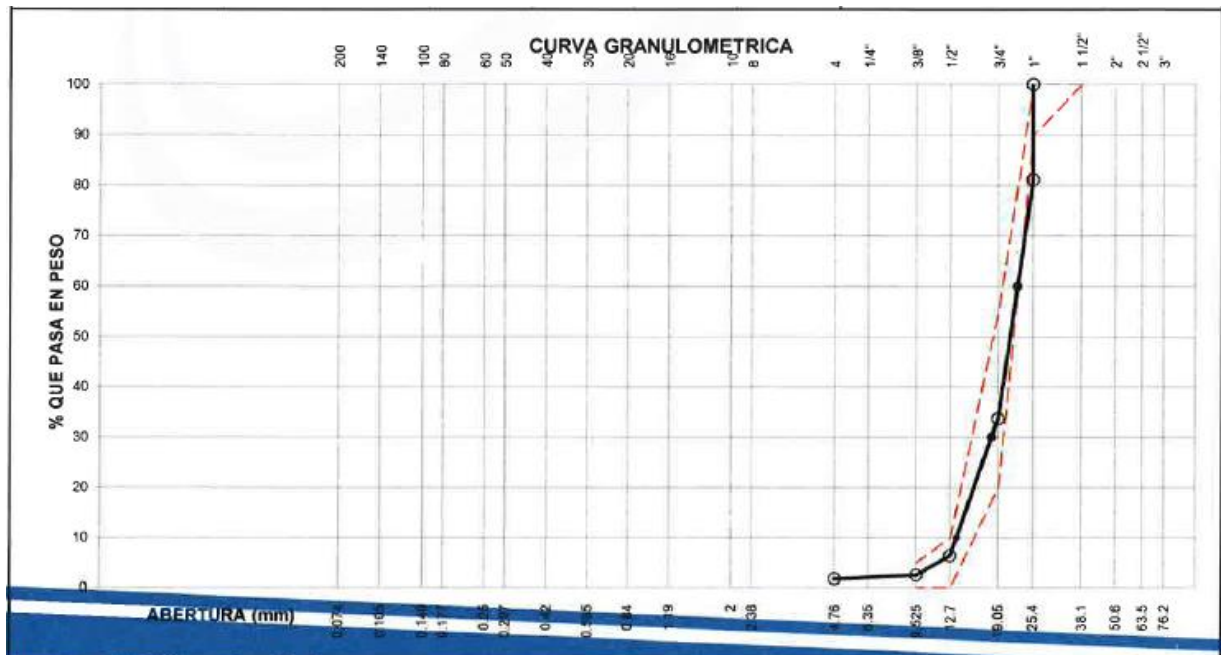


Figura N° 17: Curva granulométrica del ensayo en agregado grueso

3.5.3. ETAPA III: Diseño de mezcla según ACI

Cuando ya se conocen las características y las propiedades de los materiales que componen el concreto, se puede mezclar en proporciones para llegar a las especificaciones que se requieran como la capacidad de resistir la compresión, flexión, fatiga y abrasión. Este diseño se realizara por el método del A.C.I.

El método A.C.I. es una modalidad de dosificación de insumos para el diseño del concreto que se trata en determinar las porciones de los materiales que se utilizaran para el concreto como el cemento, agregados fino y grueso, agua y aditivos, estos pueden medirse en volumen o e peso y se diseña tanto para el concreto fresco y endurecido.

El A.C.I. 211.1 rige los diseños de mezcla y está sujeta a la norma ASTM C33.

El diseño del concreto tendrá una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.5.3.1. Materiales

✓ Cemento

El Cemento Portland Tipo I tiene compuestos químicos como: MgO en 2.93%, SO₃ en 3%, C₂S en 11.9%, C₃S en 54.25, C₃A en 10.1%, C₄AF en 9.7%, Perdida al fuego en 2.2% y Residuos insolubles en 0.7%.

Para este estudio se ha seleccionado un cemento Portland Tipo I de la marca SOL ya que este insumo cumple con la NTP 334.009 y también con la norma ASTM C-150, y por ser este de uso general y sin especificaciones especiales, también este cemento es muy comercial en la ciudad de Andahuaylas.

CEMENTO		
1 . PORTLAND TIPO I		
2 . PESO ESPECIFICO (γ_c)	=	3.12

✓ Agregados

Se utilizaron agregados de la cantera Salta y presenta las siguientes características:

Tabla N° 12: Características de los agregados provenientes de la cantera Santa Lucia.

AGREGADO FINO			
1	PESO ESPECIFICO (γ_{AF})	=	1.60
2	ABSORCION % $(A_{AF}(\%))$	=	3.54 %
3	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AF})	=	5.20 %
4	MODULO DE FINEZA (MF)	=	3.13
5	PESO SECO UNITARIO COMPACTO $(\rho_{SUC(AF)})$	=	1,660 KG/M3
AGREGADO GRUESO			
1	PESO ESPECIFICO (γ_{AG})	=	2.62
2	ABSORCION % $(A_{AG}(\%))$	=	1.10 %
3	CONTENIDO DE HUMEDAD % (W_{AG})	=	0.82 %
4	PESO SECO UNITARIO COMPACTO $(\rho_{SUC(AG)})$	=	1,520.0 KG/M3
5	PARTICULAS ¿ANGULAR O REDONDEADO?	=	Sub redondeado
6	TAMANO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (TMN_{AG})	=	3/4 "

Fuente: Propia

✓ Agua

El agua para este estudio es de tipo potable o bebible por lo que es lo ideal para el consumo humano, por lo que es bajo en sales y limpia.

Esta agua tiene propiedades nulas en colorantes, libre de glúcidos, ácidos, álcalis, materia orgánica y de aceites.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO	(V_a^u)	187	LIT/M3
--------------------------------------	-----------	-----	--------

✓ Aditivo sikacem plastificante

Este aditivo compuesto químicamente por lignosulfonatos y polímeros orgánicos con una densidad de 1.20 +/- 0.02, que en concreto fresco mejora la trabajabilidad, permite la reducción del agua hasta en 15%, aumenta la cohesión y disminuye la oxidación, y en estado endurecido posibilita el incremento de las resistencias mecánicas, reduce la contracción y aumenta la adherencia.

✓ Aditivo sikafloor-3 cuarzo top

Este aditivo está compuesto de agregados minerales naturales clasificados y mezclados con cemento, aditivos y pigmentos con una densidad de 1.80 gr/cm3 +/- 0.1, que mejora la resistencia al tráfico, al impacto y al desgaste, permite un

acabado antideslizante, incrementa la resistencia a la abrasión, impide el desprendimiento de polvo generado por el tráfico vehicular.

✓ **Fibra de acero**

La fibra de acero se produjo manualmente desde un acero en forma de alambre cortado de 60 mm de longitud y con un diámetro de 0.75 mm, el cual incrementa la capacidad de resistir al impacto, fatiga y más, esta fibra incrementa la ductilidad del concreto y la resistencia a esfuerzos por tensión.

3.5.3.2. Diseño de mezcla $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ – método ACI

1	. RESISTENCIA PROMEDIO		280	KG/CM2
2	. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE MEZCLADO	(V_a^u)	187	LIT/M3
3	. CONTENIDO DE AIRE			
3.1	. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		2.0%	
3.2	. CONTENIDO DE AIRE INCORPORADO		0.0%	
3.3	. CONTENIDO DE AIRE TOTAL		2.0%	
4	. RELACION AGUA CEMENTO			
4.1	. RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA		0.57	
4.2	. RELACION AGUA CEMENTO POR DURABILIDAD			
4.3	. RELACION AGUA CEMENTO ADOPTADA		0.57	
5	. FACTOR CEMENTO		327	KG/M3
5.1	NUMERO DE BOLSAS (42,5 KG)		7.7	BLS.
6	. CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO	$(\frac{b}{b_o}) = 0.5865$	891	KG
7	. VOLUMENES ABSOLUTOS			
	CEMENTO	=	0.105 M3	
	AGUA	=	0.187 M3	
	AIRE	=	0.020 M3	
	AGREGADO GRUESO	=	0.340 M3	
	SUMA DE VOLUMENES	=	0.652 M3	
8	. AGREGADO FINO			
	VOLUMEN	=	0.348 M3	
	PESO	=	557 KG	

9 . VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS SECOS)			
CEMENTO	=	327	KG
AGUA	=	187	KG
AGREGADO FINO SECO	=	557	KG
AGREGADO GRUESO SECO	=	891	KG

10 . CORRECCION DE HUMEDAD			
PARA AGREGADO FINO:	1.66%	=	9.2 KG
PARA AGREGADO GRUESO:	-0.28%	=	-2.5 KG
<hr/>			
VOLUMEN DE AGUA A CORREGIR		=	6.7 KG
VOLUMEN DE AGUA EFECTIVA		=	180.3 KG

11 . VALORES DE DISEÑO POR M3 (AGREGADOS HUMEDOS)			
CEMENTO	=	327	KG
AGUA	=	180	KG
AGREGADO FINO HUMEDO	=	586	KG
AGREGADO GRUESO HUMEDO	=	899	KG

12 . PROPORCION EN VOLUMEN M3

	DISEÑO SIN CORR.G.	DISEÑO OBRA
CEMENTO	1	1
AGREGADO FINO	1.7	2.39
AGREGADO GRUESO	2.7	3.44
AGUA (LIT/BOLSA)	24.3	23.4

13 . PESOS POR TANDO DE UNA BOLSA

CEMENTO	=	42.5	KG/BOLS.
AGREGADO FINO	=	101.6	KG/BOLS.
AGREGADO GRUESO	=	146.1	KG/BOLS.
AGUA (LIT/BOLSA)	=	23.4	LIT/BOLS.

Luego de realizar el diseño de mezclas para la elaboración de los especímenes se procede a la siguiente etapa de la fabricación de probetas cilíndricas y prismáticas.

3.5.4. ETAPA IV: Elaboración de probetas según NTP 339.183

3.5.4.1. Elaboración del concreto

Habiendo determinado el diseño de mezcla, se realiza el mezclado del concreto para luego vaciarlo en unos moldes necesarios para que se realicen los ensayos contemplados en esta investigación según la norma ASTM C31.

Se procedió a pesar los insumos para elaborar el concreto y también la fibra de acero pesado en una balanza de alta precisión.

Luego se procedió a preparar los moldes o briqueteras considerados para realizar el vaciado en cada tanda de mezclado.

Al concluir la mezcla del concreto se pasa a verificar el asentamiento de ella para determinar el Slump.



Figura N° 18: Dosificación de materiales por peso y la determinación del Slump

Los instrumentos utilizados y la descripción del procedimiento se detallan a continuación:

a) Equipos utilizados

- ✓ Herramientas manuales
- ✓ Balanza
- ✓ Moldes cilíndricos – ASTM C31
- ✓ Moldes prismáticos – ASTM C293
- ✓ Moldes prismáticos – ASTM C1012
- ✓ Varilla de 5/8" para apisonar

3.5.4.2. Elaboración de probetas cilíndricas

Los especímenes de tipo cilíndricos se elaboradas bajo la normativa, con un diámetro de 6" y altura de 12", y para apisonarlo se utilizó una varilla de 5/8" en 3 capas proporcionales con 25 golpes distribuyéndolas por cada etapa en la capa, con el único objetivo de evitar vacíos o cangrejeras en las probetas. Estas probetas para ensayos de resistencia a la compresión y a la abrasión del concreto, en donde el Slump fue de 2 a 3 pulg..



Figura N° 19: *Elaboracion de las probetas cilindricas*

3.5.4.3. Elaboración de probetas prismáticas

Estos especímenes prismáticos para realizar ensayos de flexión y fatiga fueron elaborados bajo la norma con sección de 6" x 6" x 20", también se consideró el apisonado con una varilla de 5/8" en 2 capas con 30 golpes distribuidos en cada etapa de la capa, este apisonado fue calculado bajo la recomendación de la norma competente, en donde indica que se debe realizar 2 glps/pulg², este con el fin de evitar vacíos en las probetas.



Figura N° 20: Elaboracion de las vigas para 0kg/m³, 40kg/m³ y 50kg/m³



Figura N° 21: Elaboracion de las vigas para los ensayos de flexion y fatiga

3.5.4.4. Curado de especímenes

Las probetas cilíndricas para ensayos de compresión y abrasión y las probetas prismáticas para ensayos de flexión y fatiga, fueron colocadas en posas de curado que tienen las condiciones de control de temperatura de curado, en donde se mantuvieron sumergidos durante 7 días, 14 días y 28 días según corresponda.



Figura N° 22: Proceso de curado de especímenes de prueba

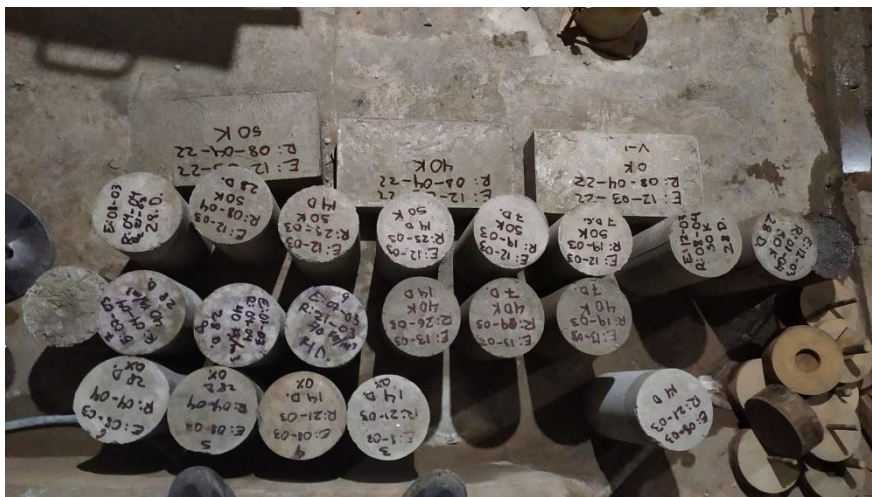


Figura N° 23: Identificación de especímenes de prueba durante el proceso de curado

3.5.5. ETAPA V: Ensayos Realizados

3.5.5.1. Ensayos en estado fresco del concreto

Una vez determinado el diseño de mezcla se preparó la mezcla y colocado en los moldes, siendo muy necesario realizar ensayos cuando el concreto está en estado fresco para determinar el asentamiento o también llamado SLUMP, este es un parámetro principal para controlar la trabajabilidad.

3.5.5.1.1. Ensayos de asentamiento o Slump en el Cono de Abrams.

El ensayo por el método de cono de Abrams normado por la norma ASTM C143, en donde que define la consistencia de la mezcla medido en pulgadas o centímetros, este método lo define como la variación de altura entre el molde y la masa luego de haber sido retirado del molde tipo cono de 0.30m de altura y un diámetro inferior de 0.20m y la boquilla superior de 0.10m, para compactar se utiliza una varilla lisa de 5/8" y 0.60m de longitud con una punta semiesférica.

a) Equipos utilizados

- ✓ Varilla para compactar
- ✓ Cono de Abrams
- ✓ Herramientas manuales

b) Descripción del proceso

- ✓ El cono se coloca en una superficie plana y húmeda, manteniendo inmóvil pisando las aletas, para luego verter la primera capa de concreto hasta la tercera parte del volumen total, se apisona con la varilla de 5/8" con 25 golpes uniformemente distribuidos.
- ✓ Luego se colocan las dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y apisonando para consolidar y hasta que penetre a la capa inferior.
- ✓ La última capa se llena por demás para luego enrasar al nivel del molde, para luego levantar lentamente el molde.
- ✓ La mezcla moldeada se asentara y la diferencia de altura entre la mezcla sentada y el molde se llama Slump.

- ✓ Desde que se inicia el ensayo hasta que termine no se debe exceder de 2 min y el proceso de desmolde toma como 5 segundo.



Figura N° 24: Ensayo de asentamiento de 3" a 4"

3.5.5.2. Ensayos en estado endurecido del concreto

3.5.5.2.1. Ensayos de resistencia a esfuerzo por compresión

Este ensayo esta normado por ASTM C39, que consiste en aplicar fuerzas axiales en la parte superior del espécimen cilíndrico esta carga es constante hasta que la probeta falle, siendo esta resistencia el cociente resultante de fuerza máxima dividido entre el área del espécimen en este caso cilíndrica.

La resistencia a la compresión de probetas cilíndricas se calcula con la siguiente formula:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}; A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

Donde:

f'_c : Resistencia de rotura a la compresión del concreto (kg/cm²)

P: carga o fuerza de rotura (kg)

\varnothing : diámetro del espécimen cilíndrico (cm)

A: área promedio del espécimen cilíndrico (cm²)

a) Equipos utilizados

- ✓ Anillos con neopreno
- ✓ Equipo de compresión

b) Tipo de fractura

La norma ASTM C39, distingue los tipos de falla en las briquetas:

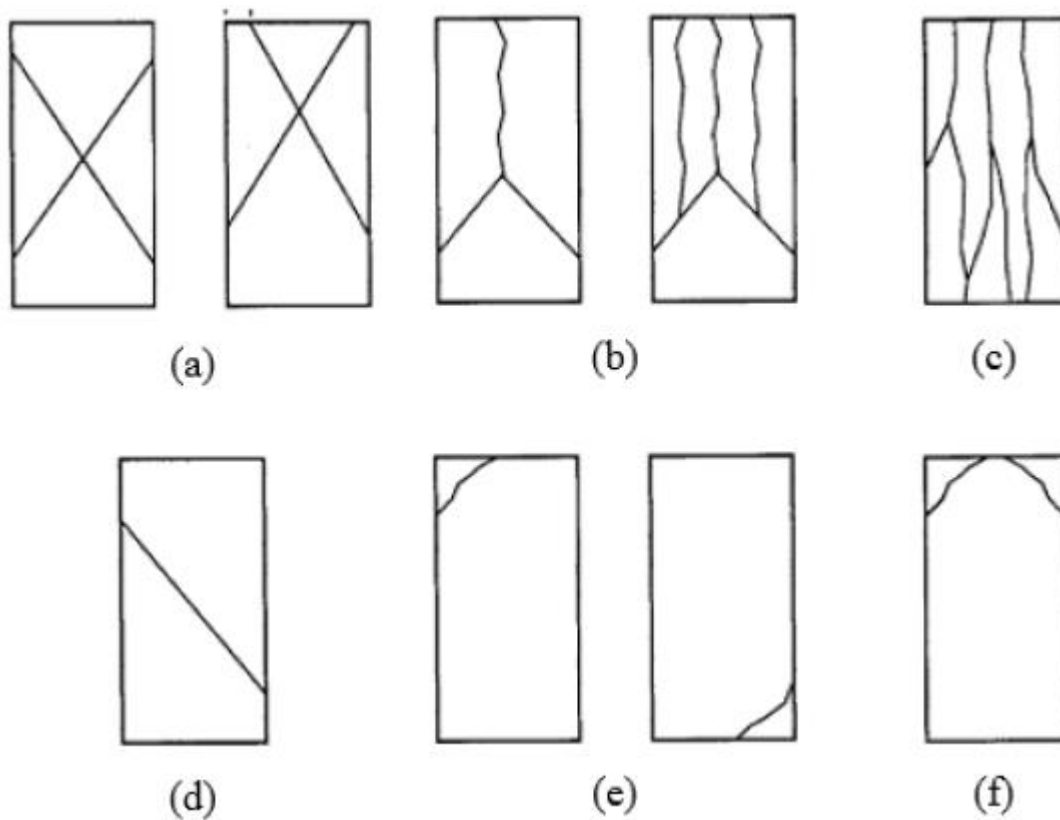


Figura N° 25: Tipos de falla de probetas cilíndricas

- a. Conos muy bien formados en ambos extremos
- b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales
- c. Grietas columnares y conos mal formados
- d. Fractura diagonal, sin grietas
- e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior
- f. Fracturas laterales en la parte superior



Figura N° 26: Ensayo de esfuerzos por compresion de especimenes

Tabla N° 13: Resultados del ensayo a compresión de CN a los 7 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CN-1	7 días	210	25099.90	181.10	142.20	138.60	66%
CN-2	7 días	210	24442.70	181.10	136.10		
CN-3	7 días	210	24564.70	181.10	137.50		

Tabla N° 14: Resultados del ensayo a compresión de CN a los 14 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CN-4	14 días	210	29449.70	181.10	163.10	162.60	77%
CN-5	14 días	210	29854.30	181.10	161.40		
CN-6	14 días	210	29755.40	181.10	163.30		

Fuente: Propia

Tabla N° 15: Resultados del ensayo a compresión de CN a los 28 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CN-7	28 días	210	42864.90	181.10	211.10	209.90	100%
CN-8	28 días	210	38759.60	181.10	214.00		
CN-9	28 días	210	39486.90	181.10	204.60		

Fuente: Propia

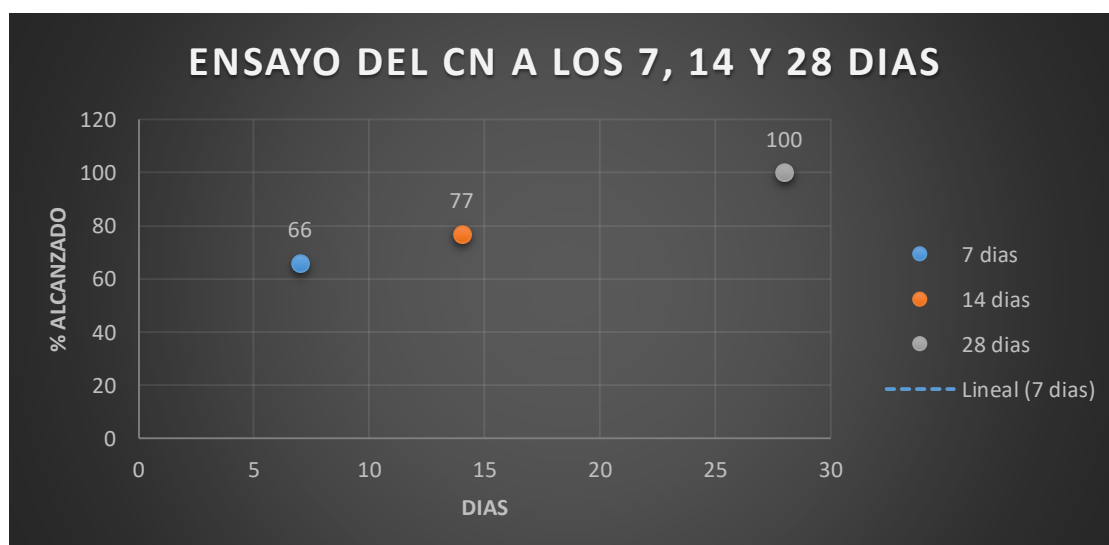


Figura N° 27: Ensayo del CN a los 7, 14 y 28 días

Tabla N° 16: Resultados del ensayo a compresión de CFA 40kg/m³ a los 7 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CFA-40	7 días	210	29330.20	181.10	162.60	162.70	117%
CFA-40	7 días	210	29589.20	181.10	163.40		
CFA-40	7 días	210	29566.90	181.10	162.10		

Fuente: Propia

Tabla N° 17: Resultados del ensayo a compresión de CFA 40kg/m³ a los 14 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CFA-40	14 días	210	32550.50	181.10	179.75	177.15	109%
CFA-40	14 días	210	31619.50	181.10	174.80		
CFA-40	14 días	210	32445.90	181.10	176.90		

Fuente: Propia

Tabla N° 18: Resultados del ensayo a compresión de CFA 40kg/m³ a los 28 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CFA-40	28 días	210	45913.90	181.10	251.20	242.10	115%
CFA-40	28 días	210	41770.80	181.10	237.00		
CFA-40	28 días	210	43179.80	181.10	238.10		

Fuente: Propia



Figura N° 28: Ensayo del CFA-40 a los 7, 14 y 28 días

Tabla N° 19: Resultados del ensayo a compresión de CFA 50kg/m³ a los 7 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CFA-50	7 días	210	31122.90	181.10	171.80	170.45	123%
CFA-50	7 días	210	30598.70	181.10	169.34		
CFA-50	7 días	210	31465.80	181.10	170.20		

Fuente: Propia

Tabla N° 20: Resultados del ensayo a compresión de CFA 50kg/m³ a los 14 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CFA-50	14 días	210	37143.30	181.10	205.10	199.70	147%
CFA-50	14 días	210	35188.50	181.10	197.40		
CFA-50	14 días	210	36456.40	181.10	196.60		

Fuente: Propia

Tabla N° 21: Resultados del ensayo a compresión de CFA 50kg/m³ a los 28 días

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CFA-50	28 días	210	52240.30	181.10	288.50	278.15	133%
CFA-50	28 días	210	48507.10	181.10	267.80		
CFA-50	28 días	210	49543.40	181.10	278.15		

Fuente: Propia



Figura N° 29: Ensayo del CFA-50 a los 7, 14 y 28 días

3.5.5.2.2. Ensayos de resistencia a esfuerzo por flexión

Este ensayo se realizó bajo la norma ASTM C 239-2, se trata de aplicar una carga para someter a una deformación de tipo plástica en especímenes prismáticos de concreto. Este ensayo determina cuanto resiste a esfuerzos por flexión o también llamado módulo de ruptura, este valor se calcula con una carga en la parte central de la viga ensayada. Estos ensayos consisten en someter las vigas en prueba a esfuerzos controlados que se aplican en condiciones determinadas. (Bernal, 1958).

Este valor se determina de la siguiente manera:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R: Modulo de ruptura (MPa)

P: Carga máxima aplicada

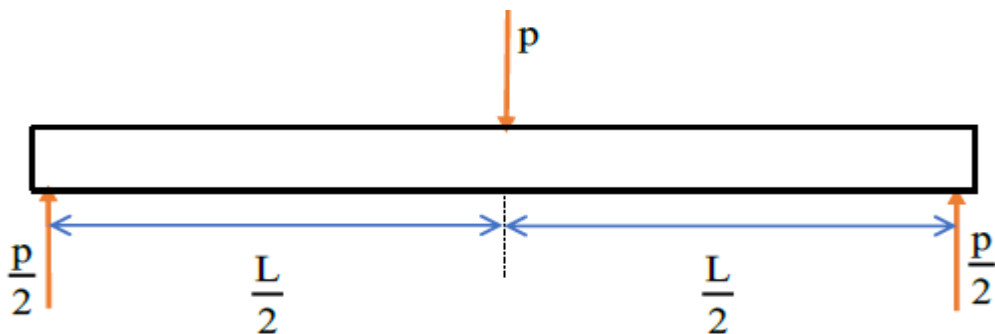
L: Longitud entre los soportes (mm)

b: Ancho de la probeta (mm)

d: Espesor de la probeta (mm)

Demostración analítica

- Diagrama de cuerpo libre



- Resistencia a la flexión (FS), Modulo de Ruptura (MOR).

$$FS = MOR = \frac{M * c}{I}$$

Donde:

I: Momento de Inercia

M: Momento en el centro de la luz

c: Distancia del eje neutro a la superficie de la viga

a) Equipo utilizado

- ✓ Equipo o máquina de flexión
- ✓ Este sistema asegura que las cargas aplicadas sean perpendiculares a la cara de la probeta

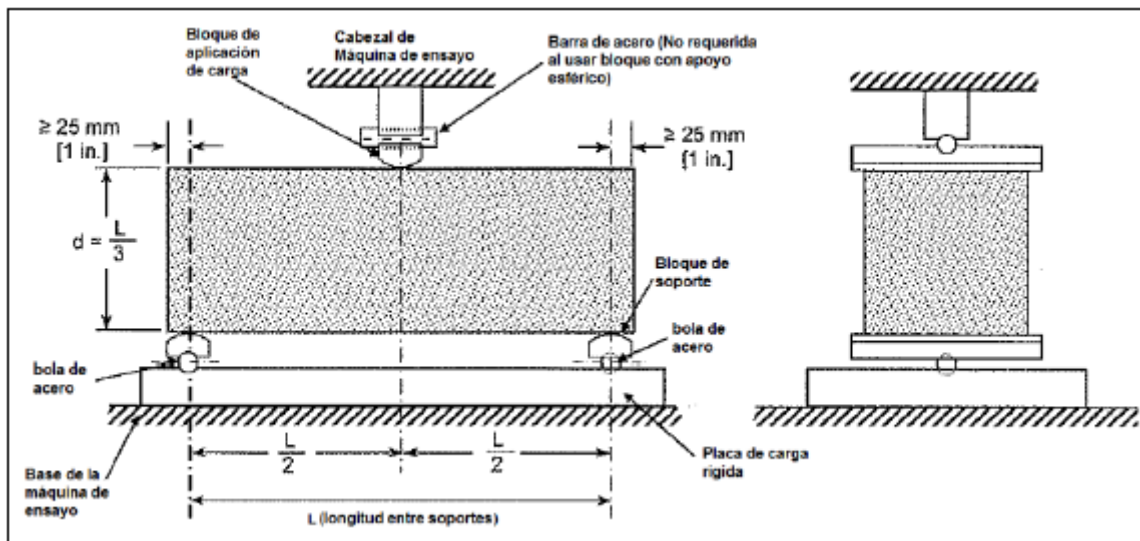


Figura N° 30: Mecanismo de ejecución de la carga en ensayo de flexión en el punto centro del espécimen de concreto.

b) Descripción del proceso

- ✓ Las probetas prismáticas se colocan centrado en los soportes del equipo.
- ✓ Se centra el sistema de aplicación de carga del equipo.

- ✓ Se pone en contacto la superficie de la probeta con la del bloque de aplicación para dar proceso de carga entre 3% a 6% de carga última.
- ✓ Se utiliza medidor de espesor de tipo hoja de 0.10 mm a 0.40mm para verificar la existencia de vacíos entre la probeta y el soporte de acero para la aplicación de esfuerzo, y si es que eso pasara se realiza el esmerilado o cabeceo.
- ✓ Se asegura que todas las cargas que estamos aplicando sean perpendiculares a una de las caras del espécimen y si excentricidad, para ello las superficies de las probetas deben estar lisas, libre de cicatrices y agujeros.



Figura N° 31: Ensayo de flexion con 0kg/m3, 40kg/m3 y 50kg/m3.



Figura N° 32: Falla de la viga a flexión

Tabla N° 22: Resultados del ensayo a flexión de CN a los 7, 14 y 28 días

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% MODULO DE ROTURA
CN-1	7 días	45	15	15	28.44	27.85	66%
CN-2	7 días	45	15	15	27.00		
CN-3	7 días	45	15	15	28.10		
CN-4	14 días	45	15	15	32.06	32.71	77%
CN-5	14 días	45	15	15	32.98		
CN-6	14 días	45	15	15	33.10		
CN-7	28 días	45	15	15	42.61	42.30	100%
CN-8	28 días	45	15	15	42.80		
CN-9	28 días	45	15	15	41.50		

Fuente: propia

Tabla N° 23: Resultados del ensayo a flexión de CFA 40 kg/m³ a los 7, 14 y 28 días

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% MODULO DE ROTURA
CFA-40 kg/m ³	7 días	45	15	15	32.4	32.63	67%
CFA-40 kg/m ³	7 días	45	15	15	32.68		
CFA-40 kg/m ³	7 días	45	15	15	32.80		
CFA-40 kg/m ³	14 días	45	15	15	35.94	35.25	72%
CFA-40 kg/m ³	14 días	45	15	15	34.92		
CFA-40 kg/m ³	14 días	45	15	15	34.88		
CFA-40 kg/m ³	28 días	45	15	15	50.7	48.88	100%
CFA-40 kg/m ³	28 días	45	15	15	46.14		
CFA-40 kg/m ³	28 días	45	15	15	49.80		

Fuente: propia

Tabla N° 24: Resultados del ensayo a flexión de CFA 50 kg/m³ a los 7, 14 y 28 días

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% MODULO DE ROTURA
CFA-50 kg/m ³	7 días	45	15	15	34.38	33.89	61%
CFA-50 kg/m ³	7 días	45	15	15	33.80		
CFA-50 kg/m ³	7 días	45	15	15	33.50		
CFA-50 kg/m ³	14 días	45	15	15	41.02	39.89	72%
CFA-50 kg/m ³	14 días	45	15	15	38.86		
CFA-50 kg/m ³	14 días	45	15	15	39.80		
CFA-50 kg/m ³	28 días	45	15	15	57.7	55.25	100%
CFA-50 kg/m ³	28 días	45	15	15	53.56		
CFA-50 kg/m ³	28 días	45	15	15	54.50		

Fuente: propia

3.5.5.2.3. Ensayos de resistencia a la fatiga

Este ensayo se realizó en los especímenes primaticos o vigas de 100 mm x 100 mm x 350 mm, estos experimentaron cargas cíclicas para así encontrar el número de ciclos de carga a la falla. Para este ensayo se aplicó una carga monótona a una velocidad normalizada de 1 Mpa/min hasta que falle, una vez obtenido el valor de la carga de rotura este se utilizó para hallar la carga de referencia para los especímenes sometidos a fatiga, del 80% al 90% de la carga de rotura.

Por lo tanto como ya tenemos ensayos a flexión sin aplicar la fatiga que nos servirá de base comparativa con y sin fatiga.

a) Equipo utilizado

- ✓ Equipo o máquina de flexión hidráulica

b) Descripción del proceso

- ✓ Las probetas prismáticas se colocan centrado en los soportes del equipo.
- ✓ Se centra el sistema de aplicación de carga del equipo.

- ✓ Se utiliza medidor de espesor de tipo hoja de 0.10 mm a 0.40mm para verificar la existencia de vacíos entre la probeta y el soporte de acero para la aplicación de esfuerzo, y si es que eso pasara se realiza el esmerilado o cabeceo.
- ✓ Se asegura que todas las cargas que estamos aplicando sean perpendiculares a una de las caras del espécimen y si excentricidad, para ello las superficies de las probetas deben estar lisas, libre de cicatrices y agujeros.



Figura N° 33: Ensayo de fatiga y la falla del espécimen

Los resultados de este ensayo se detallan en lo siguiente

Tabla N° 25: Resultados de ensayo de fatiga en CN (Muestra de control)

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)	PROMEDIO ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)
CN-1	28 días	45	15	15	34.1	33.84
CN-2	28 días	45	15	15	33.87	
CN-3	28 días	45	15	15	33.54	

Fuente: propia

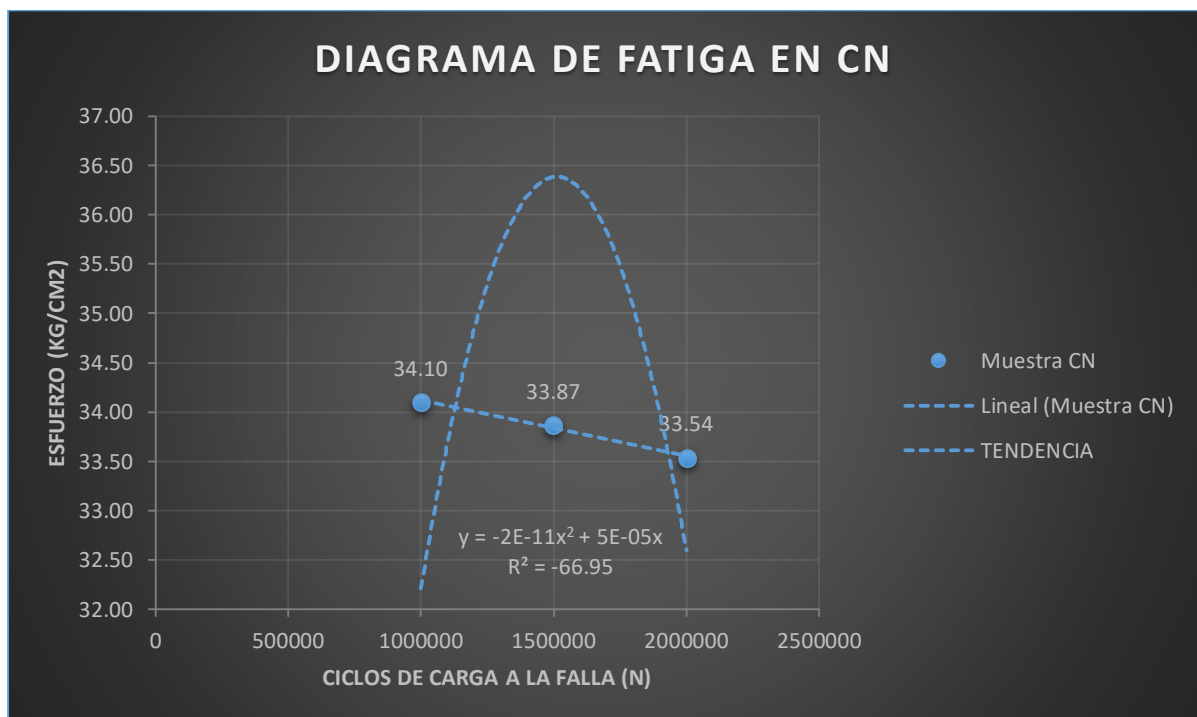


Figura N° 34: Curva de fatiga de la muestra de control CN 0kg/m³

Tabla N° 26: Resultados de ensayo de fatiga en CFA 40kg/m³

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)	PROMEDIO ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)
CFA-40kg/m ³	28 días	45	15	15	39.49	39.10
CFA-40kg/m ³	28 días	45	15	15	39.11	
CFA-40kg/m ³	28 días	45	15	15	38.70	

Fuente: propia

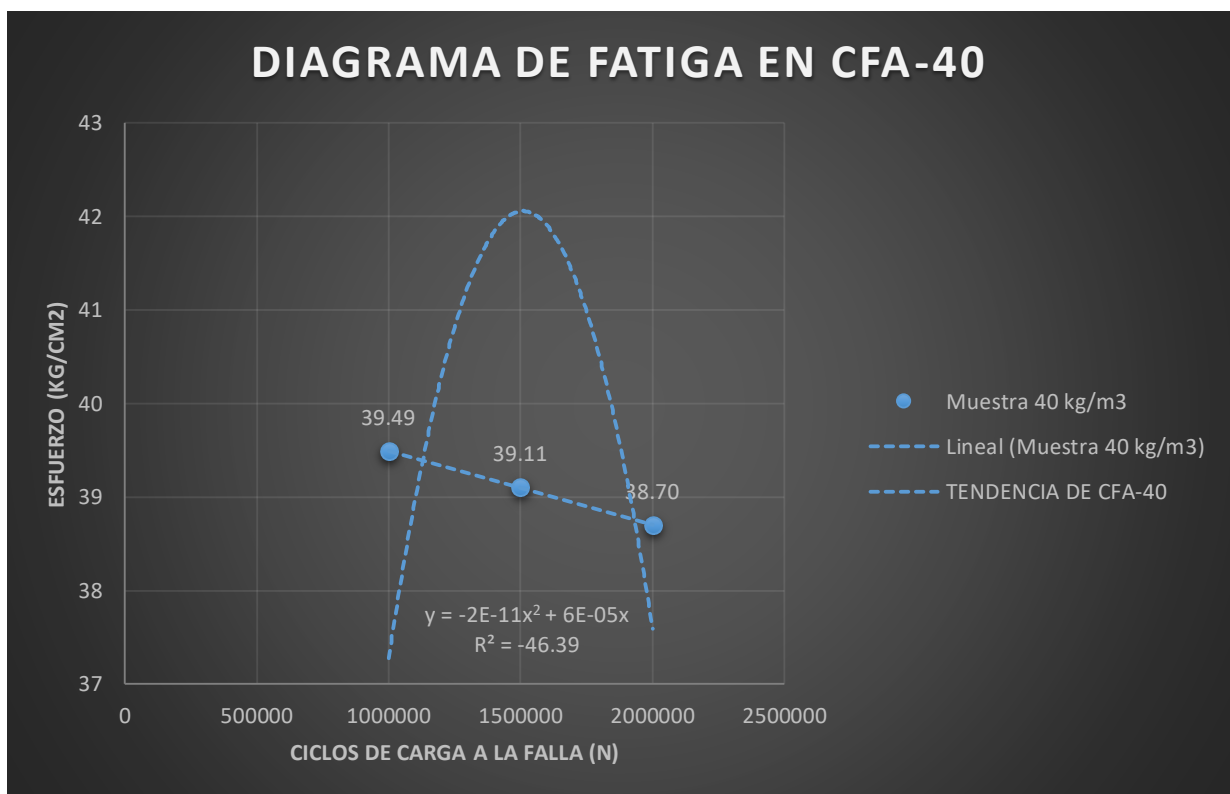


Figura N° 35: Curva de fatiga del CFA 40kg/m³

Tabla N° 27: Resultados de ensayo de fatiga en CFA 50kg/m³

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)	PROMEDIO ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)
CFA-50kg/m ³	28 días	45	15	15	44.41	44.20
CFA-50kg/m ³	28 días	45	15	15	44.25	
CFA-50kg/m ³	28 días	45	15	15	43.93	

Fuente: propia

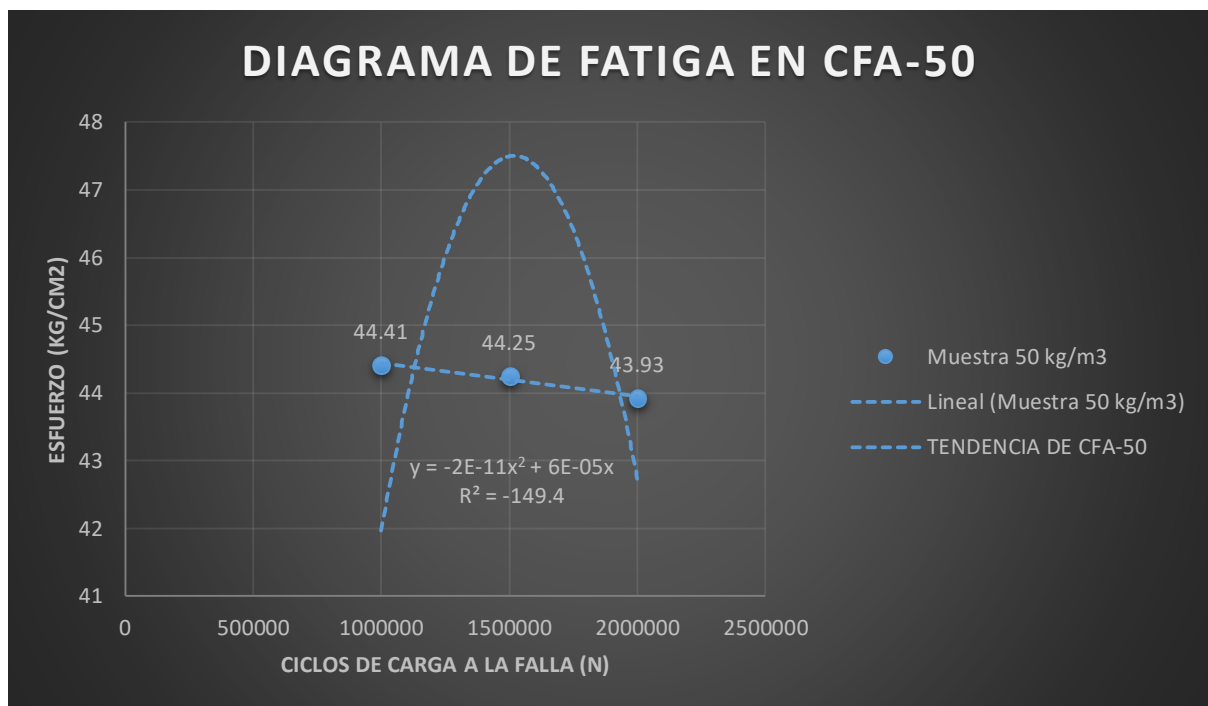


Figura N° 36: Curva de fatiga del CFA 50kg/m³

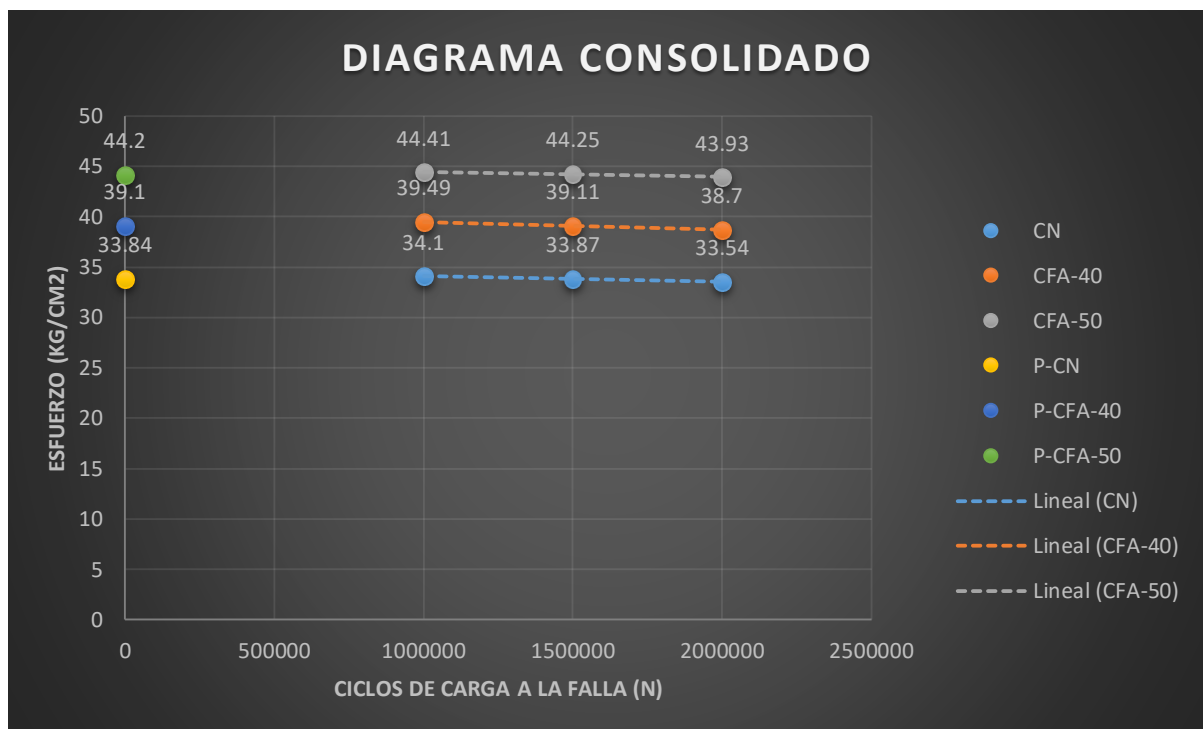


Figura N° 37: Comparación de la resistencia a la fatiga de CN-0kg/m³, CFA-40kg/m³ y CFA-50kg/m³

3.5.5.2.4. Ensayos de resistencia a la abrasión

Este ensayo consiste en someter un espécimen al desgaste mediante la abrasión en condiciones controladas por un material abrasivo que fluye tangencialmente entre la superficie y una cara lateral de un disco metálico así ejerciendo una presión contra ella.

Esta acción deja una huella con la forma de la superficie curva del disco metálico, cuya dimensión o longitud resultante es inversamente proporcional a la resistencia al desgaste por abrasión que tiene el espécimen de concreto.

c) Equipo utilizado

- ✓ Equipo o máquina de abrasión con disco metálico y tolva

d) Descripción del proceso

- ✓ El cubo de almacenamiento se llena con el material abrasivo, en estado seco, seguidamente colocando un recipiente vacío debajo del disco de metal para deprecionar el material abrasivo que se utilizó en dicho ensayo.
- ✓ Se retira el portador de especímenes para acomodar y fijar la briqueta en el equipo, separado del disco de metal de tal manera que produzca una huella con una distancia mínima del borde de 15mm.
- ✓ Se coloca la probeta en contacto con la rueda metálica, se abre la válvula de que controla la distribución de flujo, y seguidamente se enciende el motor de tal manera que el disco abrasivo complete 75 evoluciones en 60 segundos, luego de ello se debe parar el flujo de material abrasivo y se detienen el disco.
- ✓ Se coloca la briqueta por debajo de una lupa para facilitar la medición de la huella del desgaste.
- ✓ Se traza líneas e1 y e2 con un marcador en los extremos de la formación de huella, se traza una línea paralela AB en un punto medio de la distancia entre e1 y e2.
- ✓ Para calcular la longitud formada por la huella de desgaste se colocan las puntas del calibrador en los puntos A y B (son los extremos formados por la huella) y registrar la medida de la longitud. (COGUANOR NTG 41087, 2012.)

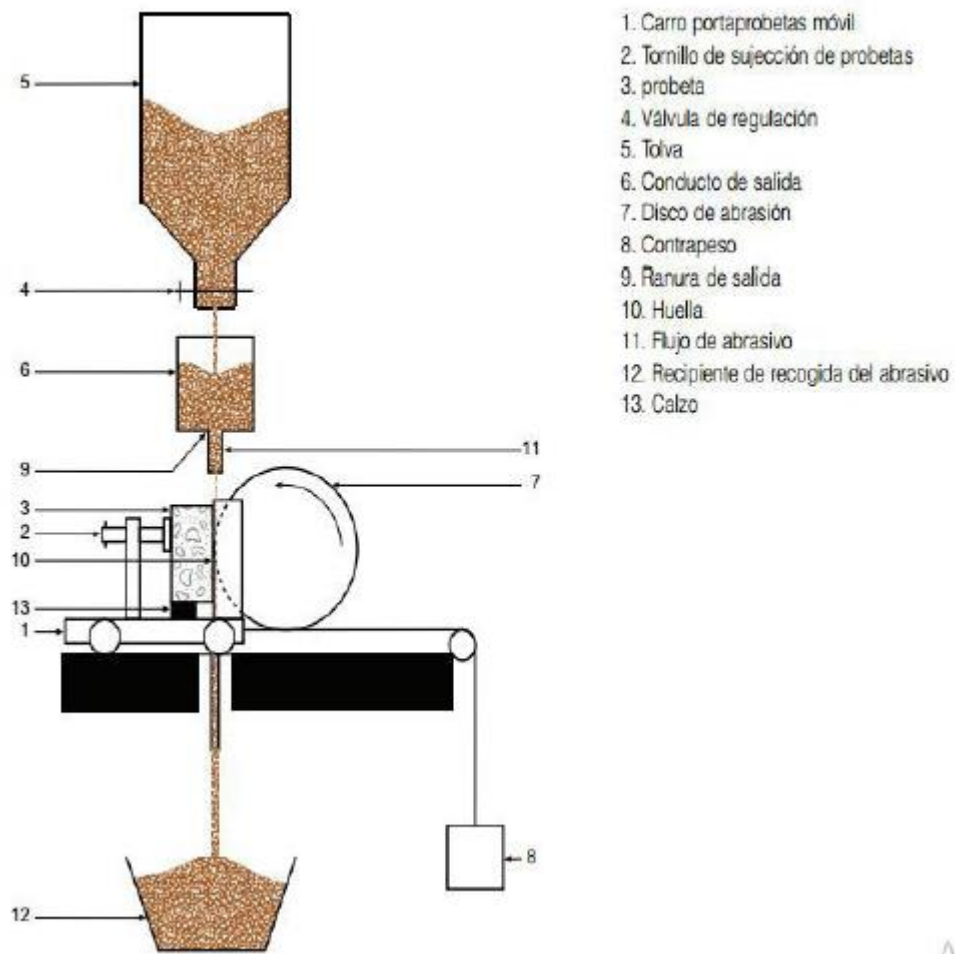


Figura N° 38: Partes fundamentales del equipo de ensayo de abrasion

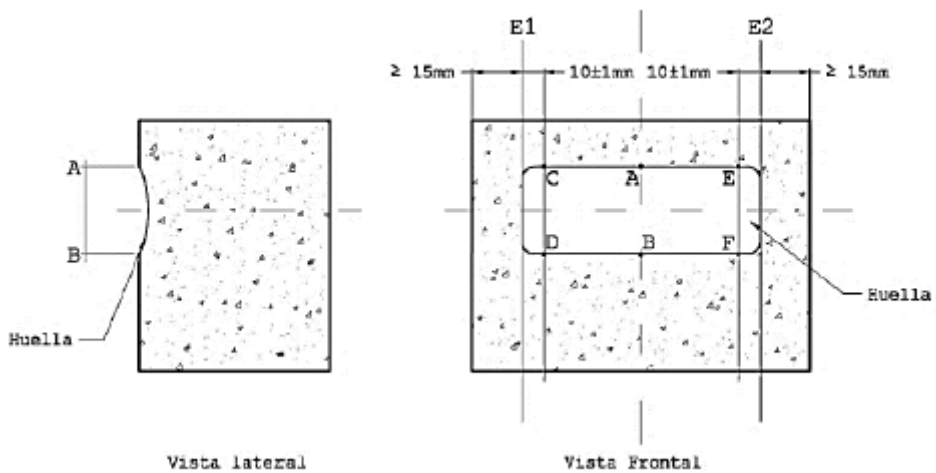


Figura N° 39: Lectura de huella formada después del ensayo de abrasión

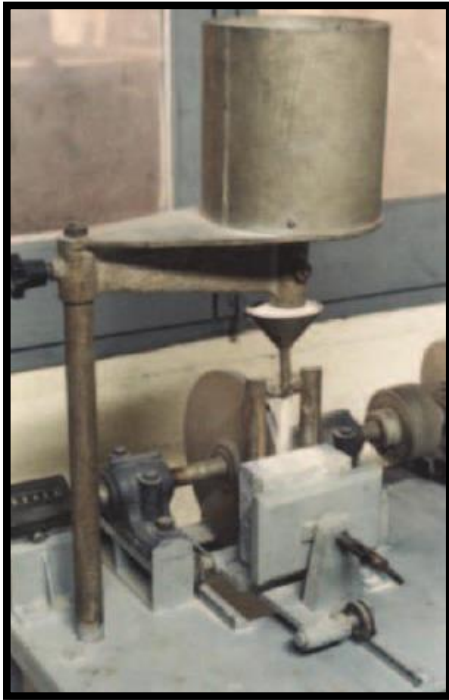


Figura N° 40: Ensayo de abrasión por desgaste por NTG 41087

e) Resultados

El resultado que se presenta con una aproximación de 0.5mm, que es la suma de la huella medida AB y la diferencia puede ser positivo o negativo entre 20mm y el valor de calibración.

$$lh = AB + (20.0 - Vc)$$

Donde:

lh = Longitud de la huella resultante (mm)

Vc = Valor de calibración (mm)

AB = Longitud de la huella medida (mm)

Tabla N° 28: Resultados de las huellas formadas por el desgaste de la abrasión en el CN.

CN 0KG/M3				
DESCRIPCION	PROFUNDIDAD (mm)	PROMEDIO (mm)	LONGITUD (mm)	PROMEDIO (mm)
CN-1	0.5	0.50	20.07	20.96
CN-2	0.5		19.5	
CN-3	0.51		23.3	

Tabla N° 29: Resultados de pérdida de masa por el desgaste de la abrasión en el CN.

CN 0KG/M3			
PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	PERDIDA (gr)	PROMEDIO (gr)
9273	9267	6	5.67
9369	9363	6	
9350	9345	5	

Tabla N° 30: Resultados de las huellas formadas por el desgaste de la abrasión en el CFA-40.

CFA 40KG/M3				
DESCRIPCION	PROFUNDIDAD (mm)	PROMEDIO (mm)	LONGITUD (mm)	PROMEDIO (mm)
CFA-40	0.35	0.38	18.8	19.37
CFA-40	0.38		19.2	
CFA-40	0.41		20.1	

Tabla N° 31: Resultados de pérdida de masa por el desgaste de la abrasión en el CFA-40.

CFA 40KG/M3			
PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	PERDIDA (gr)	PROMEDIO (gr)
9378	9374	4	4.33
9370	9365	5	
9380	9376	4	

Tabla N° 32: Resultados de las huellas formadas por el desgaste de la abrasión en el CFA-50.

CFA 50KG/M3				
DESCRIPCION	PROFUNDIDAD (mm)	PROMEDIO (mm)	LONGITUD (mm)	PROMEDIO (mm)
CFA-50	0.25	0.26	17.6	17.33
CFA-50	0.23		16.3	
CFA-50	0.31		18.1	

Tabla N° 33: Resultados de pérdida de masa por el desgaste de la abrasión en el CFA-50.

CFA 50KG/M3			
PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	PERDIDA (gr)	PROMEDIO (gr)
9391	9388	3	3.33
9386	9382	4	
9382	9379	3	

Fuente: Propia

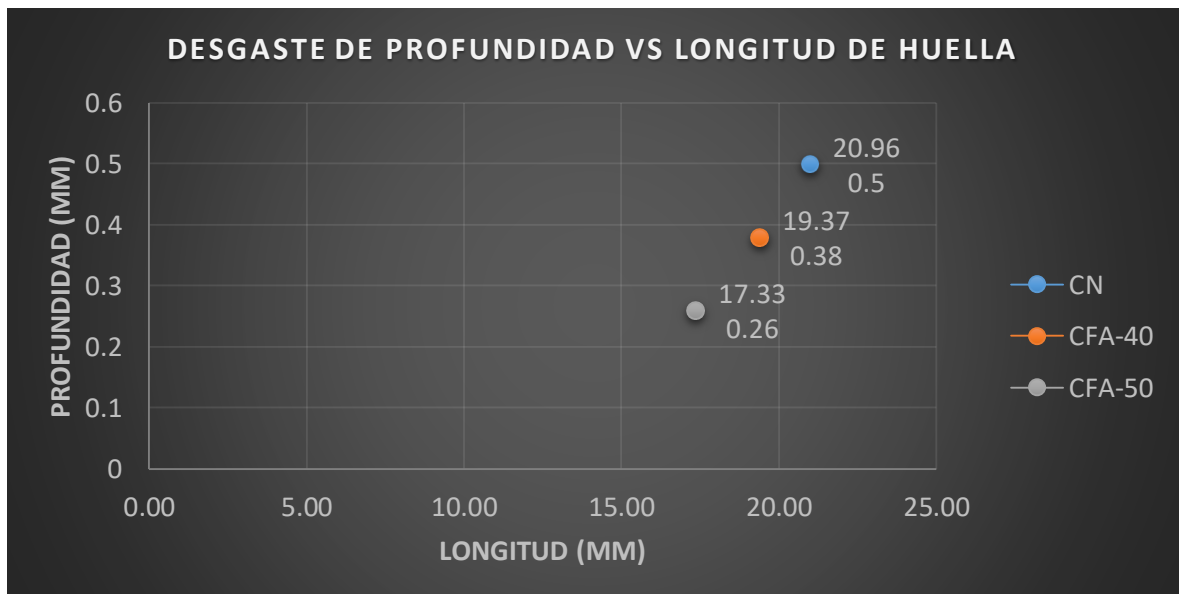


Figura N° 41: Desgaste del espécimen en profundidad y longitud de huella

3.6. Método de análisis de datos

En este trabajo de investigación se usara un método estadístico inferencial ya que se hará pruebas de uniformidad de datos y la alternativa de hipótesis para la contrastación de las hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación toma en cuenta los aspectos morales y ético y todo lo plasmado en este trabajo es totalmente confiable y veraz, respetando los parámetros de uso y las consideraciones de técnicas, en este trabajo las teorías y los resultados son de antecedentes internacionales y nacionales para lo cual se da los créditos por derecho autor mediante citas en formatos APA e ISO.

Así también toda la información descrita en este trabajo de investigación está garantizada en su originalidad por el software Turniting proporcionado por la universidad con un porcentaje permitido por ella.

IV.RESULTADOS

4.1. ESFUERZO A LA COMPRESION

Luego de haber validado los datos que se obtuvieron del ensayo de la resistencia a compresión para la totalidad de los grupos de control utilizando un análisis estadístico se detalla la evolución de la resistencia a esfuerzos a los 7 días, 14 días y 28 días para las dosificaciones de “CN”, “CFA-40” y “CFA-50”.

Los resultados que se obtuvieron de los ensayos en el laboratorio se detallan en la tabla N° 34 tanto para el concreto normal (CN) como para el concreto con fibra de acero (CFA).

Tabla N° 34: Resultados del ensayo a esfuerzos a compresión de CN, CFA-40 y CFA-50

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA	% DE VARIACION
CN-1	7 días	210	25099.90	181.10	138.60	66%	
CN-2	14 días	210	29442.85	181.10	162.60	77%	
CN-3	28 días	210	40812.25	181.10	210.90	100%	
CFA-40	7 días	210	29449.70	181.10	162.70	117%	17%
CFA-40	14 días	210	32085.00	181.10	177.15	109%	9%
CFA-40	28 días	210	43842.35	181.10	242.10	115%	15%
CFA-50	7 días	210	30860.80	181.10	170.45	123%	23%
CFA-50	14 días	210	36165.90	181.10	199.70	123%	23%
CFA-50	28 días	210	50373.70	181.10	278.15	132%	32%

Fuente: Propia

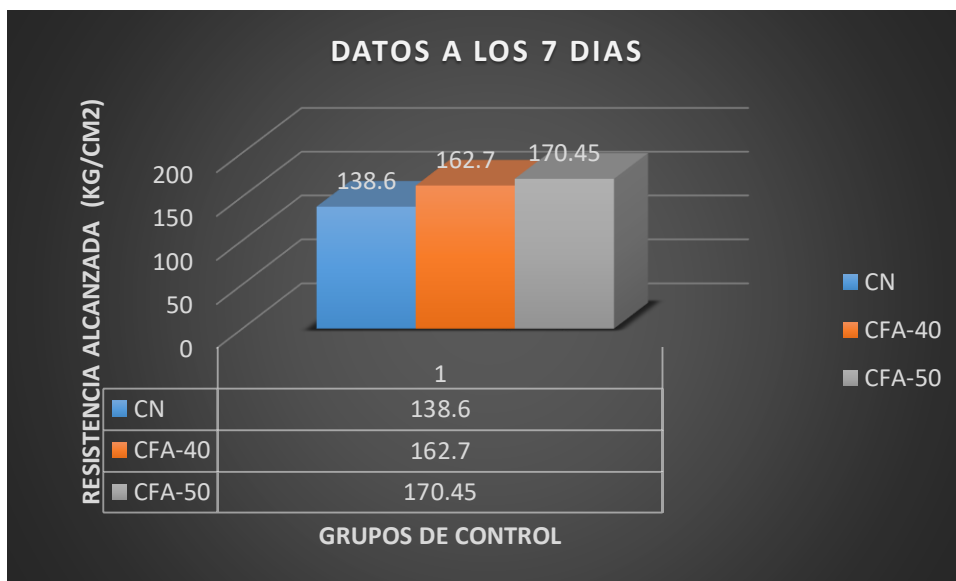


Figura N° 42: Comparación de la resistencia a la compresión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 7 días.



Figura N° 43: Comparación de la resistencia a la compresión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 14 días.

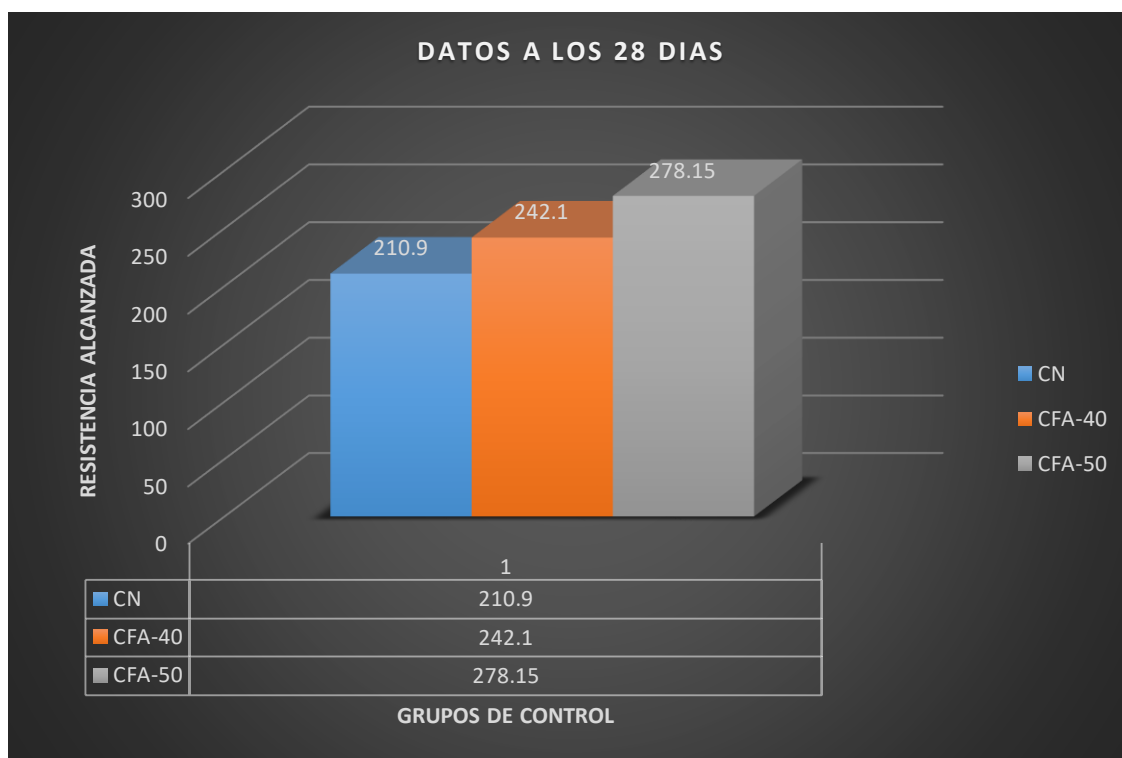


Figura N° 44: Comparación de la resistencia a la compresión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.

4.1.1. Interpretación de datos

Según la tabla N° 34 y la figura N° 39 se observa que a los 7 días la resistencia a esfuerzos por compresión de CFA-40 alcanza $f'_c = 162.70 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 17% respecto a CN, así también la resistencia de CFA-50 alcanza $f'_c = 170.45 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 23% respecto a CN.

Según la tabla N° 34 y la figura N° 40 se observa que a los 14 días la resistencia a esfuerzos por compresión de CFA-40 alcanza $f'_c = 177.15 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 9% respecto a CN, así también la resistencia de CFA-50 alcanza $f'_c = 199.70 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 23% respecto a CN.

Según la tabla N° 34 y la figura N° 41 se observa que a los 28 días la resistencia a esfuerzos por compresión de CFA-40 alcanza $f'_c = 242.10 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 15% respecto a CN, así también la resistencia de CFA-50 alcanza $f'_c = 278.15 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 32% respecto a CN.

4.1.2. Contratación de hipótesis

H0 $p \leq 0.05$: La adición de fibra de acero, aditivo químico mejoran las propiedades en compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

H1 $p > 0.05$: La adición de fibra de acero, aditivo químico no mejoran las propiedades en compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

Tabla N° 35: Pruebas de contratación de hipótesis H0 y H1

PRUEBA DE NORMALIDAD, VERIFICACION CON ANOVA Y TUKEY						
Dosf.	i	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi INV	Dif(Xi-Xi INV)
CN	1	136.10	3292.80	0.4366	214.00	-77.90
	2	137.50	3134.09	0.3018	211.10	-73.60
	3	142.20	2629.94	0.2522	204.60	-62.40
	4	161.40	1029.32	0.2152	163.30	-1.90
	5	163.10	923.12	0.1848	163.10	0.00
	6	163.30	911.01	0.1584	161.40	1.90
	7	204.60	123.59	0.1346	142.20	62.40
	8	211.10	310.36	0.1128	137.50	73.60
	9	214.00	420.95	0.0923	136.10	77.90
CFA-40	10	162.10	984.89	0.0728	251.20	-89.10
	11	162.60	953.76	0.0540	238.10	-75.50
	12	163.40	904.98		237.00	
	13	174.80	349.05		179.75	
	14	176.90	274.99		176.90	
	15	179.75	188.59		174.80	
	16	237.00	1893.73		163.40	
	17	238.10	1990.68		162.60	
	18	251.20	3331.26		162.10	
CFA-50	19	169.34	582.88		288.50	
	20	170.20	542.10		278.15	
	21	171.80	470.15		267.80	
	22	196.60	9.72		205.10	
	23	197.40	15.34		197.40	
	24	205.10	134.96		196.60	
	25	267.80	5523.02		171.80	
	26	278.15	7168.51		170.20	
	27	288.50	9028.24		169.34	

signf.	0.05
SW c	0.95
SW t	0.91
p valor	0.043
p valor	< 0.05

Se verifica que $p < 0.05$ entonces se acepta la hipótesis H0 y la dosificación CFA-50 es el que tiene mejores resultados en esfuerzos de compresión.

4.2. ESFUERZO A LA FLEXION

Una vez validado los datos que se obtuvieron del ensayo de la resistencia a flexión para la totalidad de los grupos de control utilizando un análisis estadístico se detalla la evolución de la resistencia a esfuerzos a los 7 días, 14 días y 28 días para las dosificaciones de “CN”, “CFA-40” y “CFA-50”.

Los resultados que se obtuvieron de los ensayos en el laboratorio se detallan en la tabla N° 32 para el concreto normal (CN) y para el concreto con fibra de acero (CFA).

Tabla N° 36: Resultados del ensayo a flexión de CN, CFA-40 y CFA-50

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% MODULO DE ROTURA	% DE VARIACIÓN
CN-1	7 días	45	15	15	27.85	66%	
CN-4	14 días	45	15	15	32.71	77%	
CN-7	28 días	45	15	15	42.30	100%	
CFA-40 kg/m ³	7 días	45	15	15	32.63	117%	17%
CFA-40 kg/m ³	14 días	45	15	15	35.25	108%	8%
CFA-40 kg/m ³	28 días	45	15	15	48.88	116%	16%
CFA-50 kg/m ³	7 días	45	15	15	33.89	122%	22%
CFA-50 kg/m ³	14 días	45	15	15	39.89	122%	22%
CFA-50 kg/m ³	28 días	45	15	15	55.25	131%	31%

Fuente: Propia

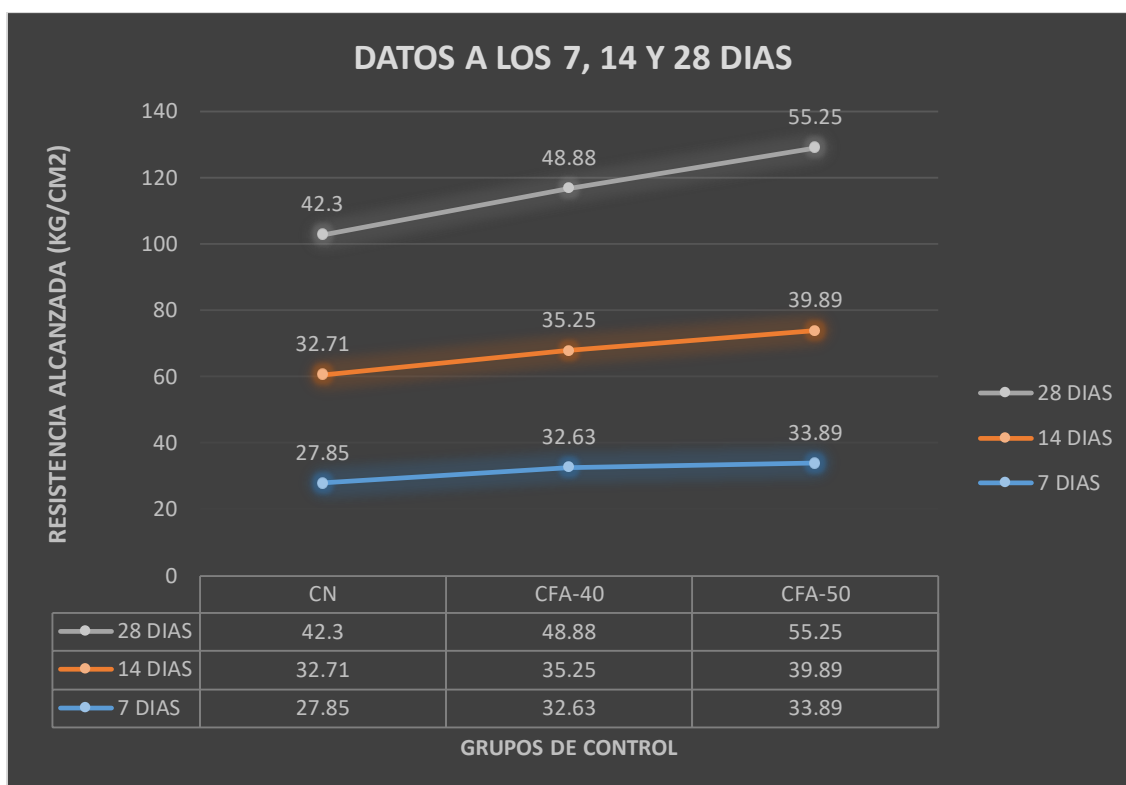


Figura N° 45: Comparación de la resistencia a la flexión entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 7, 14 y 28 días.

4.2.1. Interpretación de datos

Según la tabla N° 35 y la figura N° 42 se observa que a los 7 días la resistencia a la flexión de CFA-40 alcanza $Mr = 32.63 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 17% respecto a CN, así también la resistencia de CFA-50 alcanza $Mr = 33.89 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 22% respecto a CN.

Según la tabla N° 35 y la figura N° 42 se observa que a los 14 días la resistencia a la flexión de CFA-40 alcanza $Mr = 35.25 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 8% respecto a CN, así también la resistencia de CFA-50 alcanza $Mr = 39.89 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 22% respecto a CN.

Según la tabla N° 35 y la figura N° 42 se observa que a los 28 días la resistencia a la flexión de CFA-40 alcanza $Mr = 48.88 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 16% respecto a CN, así también la resistencia de CFA-50 alcanza $Mr = 55.25 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 31% respecto a CN.

4.2.2. Contrastación de hipótesis

H0 $p \leq 0.05$: La adición de fibra de acero, aditivo químico mejoran las propiedades en flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

H1 $p > 0.05$: La adición de fibra de acero, aditivo químico no mejoran las propiedades en flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

Tabla N° 37: Pruebas de contrastación de hipótesis H0 y H1

PRUEBA DE NORMALIDAD, VERIFICACION CON ANOVA Y TUKEY						
Dosf.	i	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi INV	Dif(Xi-Xi INV)
CN	1	28.44	106.08	0.4366	41.50	-13.06
	2	27.00	137.82	0.3018	42.80	-15.80
	3	28.10	113.20	0.2522	42.61	-14.51
	4	32.06	44.62	0.2152	33.10	-1.04
	5	32.98	33.17	0.1848	32.98	0.00
	6	33.10	31.80	0.1584	32.06	1.04
	7	42.61	14.95	0.1346	28.10	14.51
	8	42.80	16.49	0.1128	27.00	15.80
	9	41.50	7.62	0.0923	28.44	13.06
CFA-40	10	32.40	40.19	0.0728	49.80	-17.40
	11	32.68	36.72	0.0540	46.14	-13.46
	12	32.80	35.28		50.70	
	13	35.94	7.84		34.88	
	14	34.92	14.59		34.92	
	15	34.88	14.90		35.94	
	16	50.70	143.05		32.80	
	17	46.14	54.77		32.68	
	18	49.80	122.34		32.40	
CFA-50	19	34.38	19.01		54.50	
	20	33.80	24.40		53.56	
	21	33.50	27.45		57.70	
	22	41.02	5.20		39.80	
	23	38.86	0.01		38.86	
	24	39.80	1.12		41.02	
	25	57.70	359.50		33.50	
	26	53.56	219.65		33.80	
	27	54.50	248.39		34.38	

signf.	0.05
SW c	0.95
SW t	0.96
p valor	- 0.009
p valor	< 0.05

Se verifica que $p < 0.05$ entonces se acepta la hipótesis H0 y la dosificación CFA-50 es el que tiene mejores resultados en esfuerzos de flexión.

4.3. ESFUERZO A FATIGA

Después de haber validado los datos que se obtuvieron del ensayo de la resistencia a la fatiga para la totalidad de los grupos de control utilizando un análisis estadístico se detalla la evolución de la resistencia a los 28 días para las dosificaciones de “CN”, “CFA-40” y “CFA-50”.

Los resultados que se obtuvieron de los ensayos en el laboratorio se detallan en la tabla N° 33 para el concreto normal (CN) y para el concreto con fibra de acero (CFA).

Tabla N° 38: Resultados del ensayo a fatiga de CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	PROMEDIO ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)	% DE VARIACIÓN
CN-1	28 días	45	15	15	33.84	
CFA-40kg/m ³	28 días	45	15	15	39.10	16%
CFA-50kg/m ³	28 días	45	15	15	44.20	31%

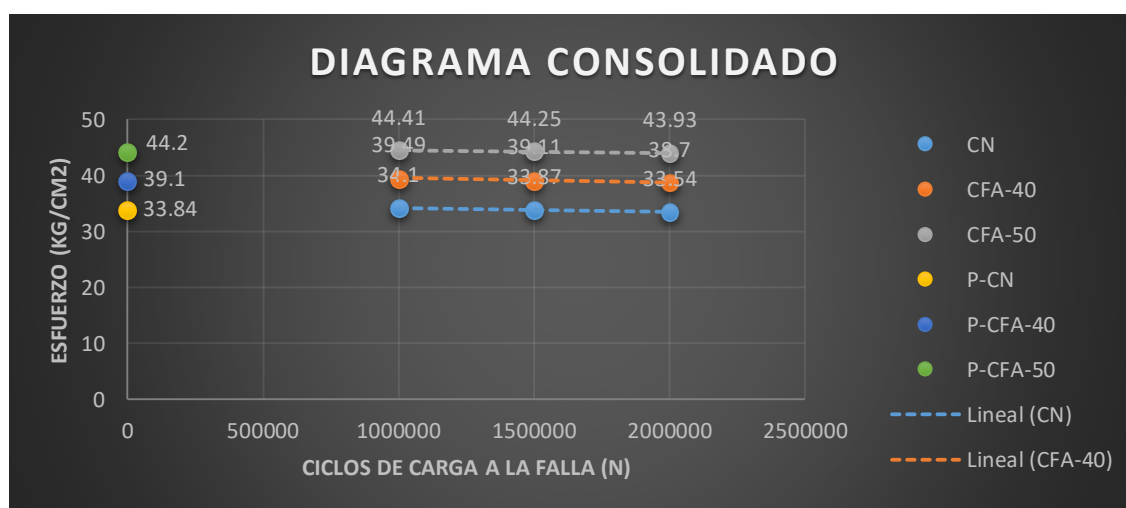


Figura N° 46: Comparación del promedio de la resistencia a la fatiga entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.

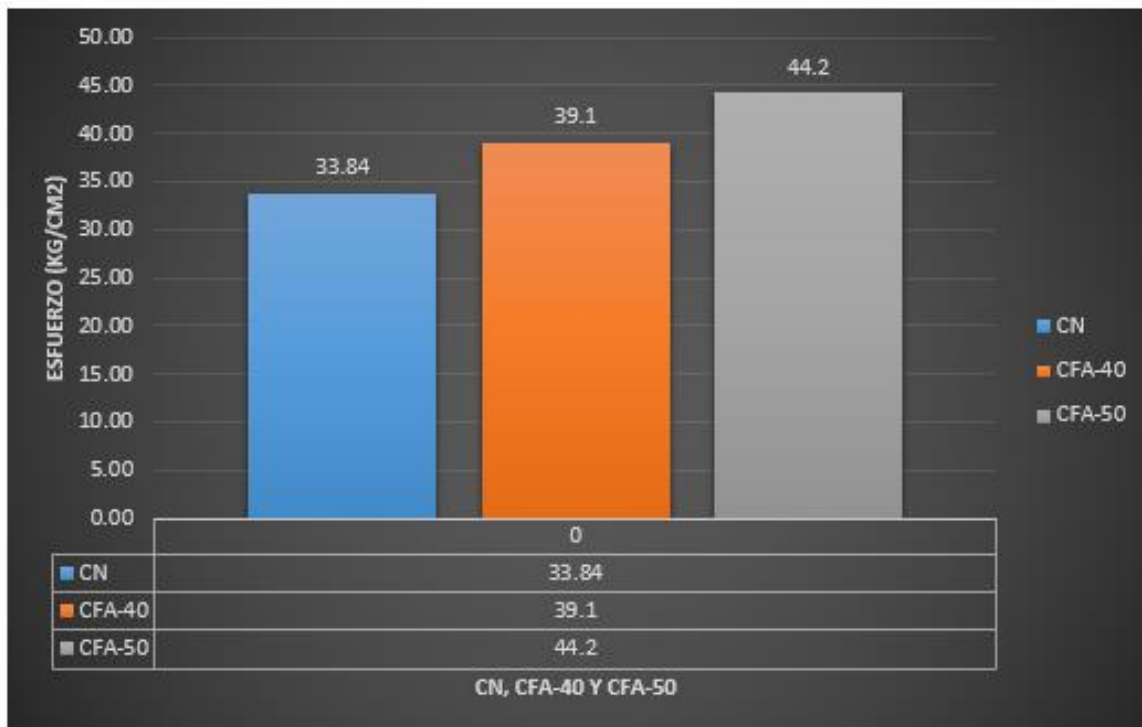


Figura N° 47: Comparación de la resistencia ultima a la fatiga entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.

4.3.1. Interpretación de datos

Según la tabla N° 36 y la figura N° 43 y 44 se observa que a los 28 días la resistencia a la fatiga de CFA-40 alcanza $u = 39.10 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 16% respecto a CN, así también la resistencia de CFA-50 alcanza $u = 44.20 \text{ kg/cm}^2$ aumentando en 31% respecto a CN.

Esto nos indica que la adición de dichas fibras es directamente proporcional al desempeño del concreto en la resistencia a esfuerzos a la flexión. .

4.3.2. Contrastación de hipótesis

H0 $p \leq 0.05$: La adición de fibra de acero, aditivo químico mejoran las propiedades en fatiga del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

H1p> 0.05: La adición de fibra de acero, aditivo químico no mejoran las propiedades en fatiga del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

Tabla N° 39: Pruebas de contrastación de hipótesis H0 y H1

PRUEBA DE NORMALIDAD, VERIFICACION CON ANOVA Y TUKEY						
Dosf.	i	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi INV	Dif(Xi-Xi INV)
CN	1	33.54	30.30	0.4366	34.10	-0.56
	2	33.87	26.77	0.3018	33.87	0.00
	3	34.10	24.45	0.2522	33.54	0.56
CFA-40	4	38.70	0.12	0.0728	39.49	-0.79
	5	39.11	0.00	0.0540	39.11	0.00
	6	39.49	0.20		38.70	
CFA-50	7	43.93	23.87		44.41	
	8	44.25	27.10		44.25	
	9	44.41	28.79		43.93	

signf.	0.05
SW c	0.95
SW t	0.96
p valor	0.00021
p valor	< 0.05

Se verifica que $p < 0.05$ entonces se acepta la hipótesis H0 y la dosificación CFA-50 es el que tiene mejores resultados en esfuerzos de fatiga.

4.4. ESFUERZO A ABRASION

Luego de haber validado los datos que se obtuvieron del ensayo de la resistencia a esfuerzos por abrasión para la totalidad de los grupos de control utilizando un análisis estadístico se detalla la evolución de la resistencia a los 28 días para las dosificaciones de “CN”, “CFA-40” y “CFA-50”.

Los resultados que se obtuvieron de los ensayos en el laboratorio se detallan en la tabla N° 34 para el concreto normal (CN) y para el concreto con fibra de acero (CFA).

Tabla N° 40: Resultados del ensayo de abrasión del desgaste en la profundidad y longitud de CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días

DESCRIPCION	PROFUNDIDAD (mm)	LONGITUD (mm)	% DE VARIACION
CN	0.50	20.96	
CFA-40	0.38	19.37	8%
CFA-50	0.26	17.33	17%

Fuente: Propia

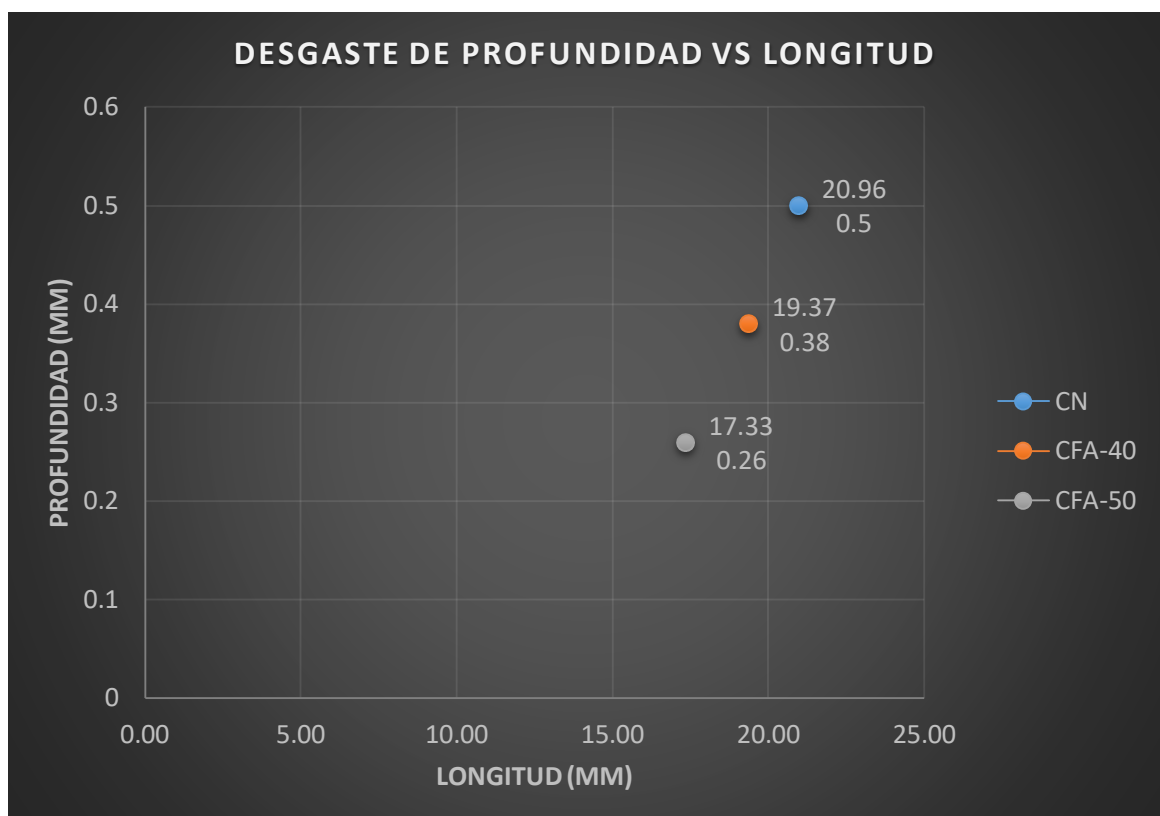


Figura N° 48: Comparación del desgaste entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.

Tabla N° 41: Resultados del ensayo de abrasión por pérdida de masa de CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días

DESCRIPCION	PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	LONGITUD (mm)	% DE VARIACION
CN	9330.67	9325.00	5.67	
CFA-40	9376.00	9371.67	4.33	24%
CFA-50	9386.33	9383.00	3.33	41%

Fuente: Propia

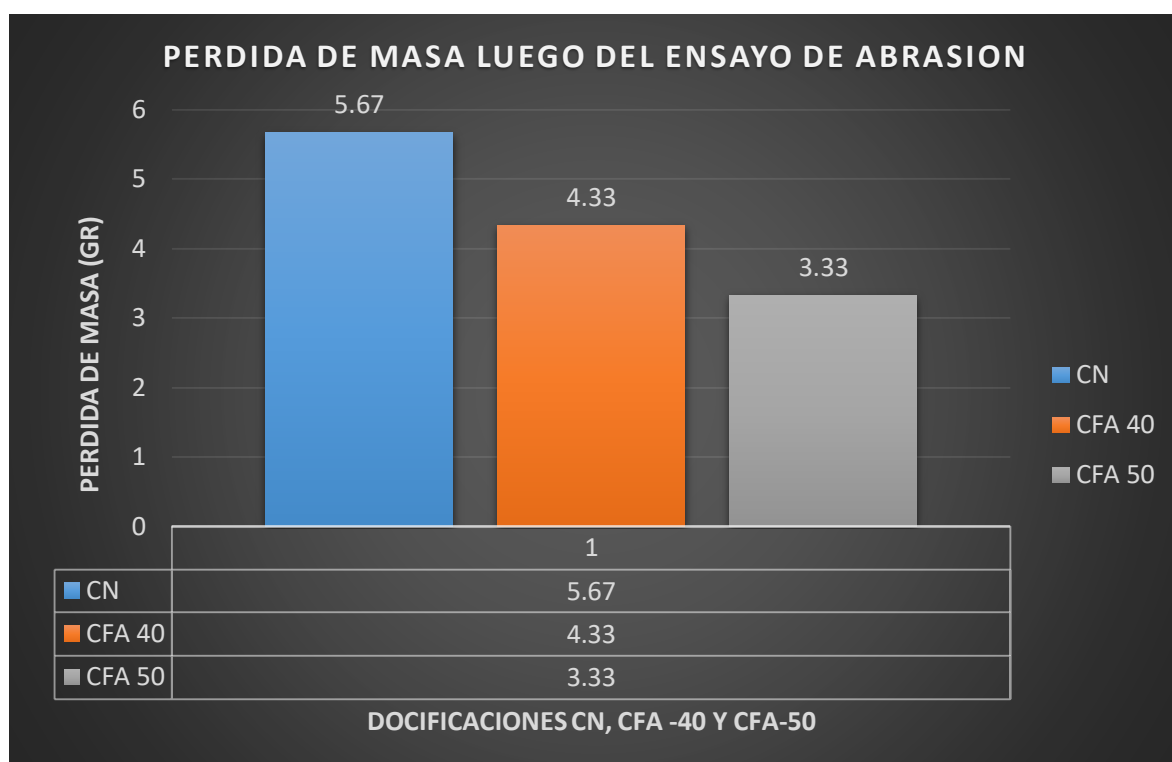


Figura N° 49: Comparación de la pérdida de masa entre CN, CFA-40 y CFA-50 a los 28 días.

4.4.1. Interpretación de datos

Según la tabla N° 37 y la figura N° 45 se observa que a los 28 días en el ensayo de la resistencia a esfuerzo por abrasión el CFA-40 tienen un valor de desgaste en profundidad $P=0.38\text{mm}$ y una longitud $L= 19.37\text{mm}$ disminuyendo el desgaste en un 8% respecto a CN, así también la resistencia a la abrasión el CFA-50 tienen un valor de desgaste en profundidad $P=0.26\text{mm}$ y una longitud $L= 17.33\text{mm}$ disminuyendo el desgaste en un 17% respecto a CN.

Según la tabla N° 38 y la figura N° 46 se observa que a los 28 días en el ensayo de la resistencia a esfuerzo por abrasión el CFA-40 tienen una pérdida de masa de $m=4.33\text{ gr}$ disminuyendo el desgaste en un 24% respecto a CN, así también la resistencia a la abrasión el CFA-50 tienen una pérdida de masa de $m=3.33\text{gr}$ disminuyendo el desgaste en un 41% respecto a CN.

Esto nos indica que la adición de dichas fibras es inversamente proporcional a la abrasión por desgaste, al adicionar fibras en el concreto disminuye el desgaste.

Tabla N° 42: Pruebas de contrastación de hipótesis H0 y H1

PRUEBA DE NORMALIDAD, VERIFICACION CON ANOVA Y TUKEY						
Dosf.	i	Xi	(Xi-MED)2	ai	Xi INV	Dif(Xi-Xi INV)
CN	1	33.54	30.30	0.4366	34.10	-0.56
	2	33.87	26.77	0.3018	33.87	0.00
	3	34.10	24.45	0.2522	33.54	0.56
CFA-40	4	38.70	0.12	0.0728	39.49	-0.79
	5	39.11	0.00	0.0540	39.11	0.00
	6	39.49	0.20		38.70	
CFA-50	7	43.93	23.87		44.41	
	8	44.25	27.10		44.25	
	9	44.41	28.79		43.93	

signf.	0.05
SW c	0.95
SW t	0.96
p valor	0.00021
p valor	< 0.05

Se verifica que $p < 0.05$ entonces se acepta la hipótesis H0 y la dosificación CFA-50 es el que tiene mejores resultados en esfuerzos de abrasión.

V.DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados de compresión

En esta investigación según los resultados que se obtuvo y analizados se concluye que la adición de fibras de acero en la mezcla del concreto de resistencia a esfuerzos por compresión de $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en dosificación de 40kg/m^3 de FA incremento en 17% a los 7 días, 9% a los 14 días y 15% a los 28 días con respecto al concreto normal. Así mismo la dosificación de 50kg/m^3 de FA aumento en 23% a los 7 días, 23% a los 14 días y 32% a los 28 días con respecto al concreto normal. Según Isidro, J. (2018) en su investigación incorporando fibras de acero a la masa del concreto con resistencia $f_c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días obtuvo que para 10 kg/m^3 una resistencia de 176 kg/cm^2 , para 20 kg/m^3 obtuvo 192.4 kg/cm^2 , para 30 kg/m^3 obtuvo 213.6 kg/cm^2 y para 45 kg/m^3 obtuvo 178.6 kg/cm^2 , con estos resultados solo la dosificación de 30kg/m^3 muestra un aumento en el desempeño de compresión y los demás disminuye su capacidad de resistir a compresión. Estos resultados son diferentes a los valores obtenidos en esta investigación; porque las dosificaciones de FA mayores a 40kg/m^3 disminuyen la trabajabilidad del concreto en estado fresco por ende se debe utilizar aditivo plastificante para mejorar dicha propiedad y también así aumentar la resistencia a compresión, por lo tanto estos resultados obtenidos en esta investigación son diferentes por la proporción utilizada de fibras y dos tipos de aditivos químicos los cuales mejoran considerablemente la capacidad resistente del concreto.

5.2. Discusión de resultados de flexión

Esta investigación obtuvo los siguientes resultados en resistencia a flexión; que a los 7 días para la dosificación de CN el MR es 27.85kg/cm^2 , para CFA-40 el MR es 32.63kg/cm^2 incrementando en 17% respecto al CN, para CFA-50 el MR es 33.89kg/cm^2 aumentando en 22%. A los 14 días para CN el MR es 32.71kg/cm^2 , para CFA-40 el MR es 35.25kg/cm^2 aumentando en 8% respecto al CN, para CFA-50 el MR es 39.89kg/cm^2 incrementando en 22% respecto al CN. Para los 28 días

para el CN el MR es 42.30kg/cm², para CFA-40 el MR es 48.88kg/cm² aumentando en 16% respecto al CN, para CFA-50 el MR es 55.25kg/cm² incrementando en 31% respecto al CN. Según Miranda y Rado, (2019) en su investigación con fibras de acero y aditivo químico obtuvo a los 28 días para CN el MR es 43.3kg/cm², para CFA-20 el MR es 47.6kg/cm², para CFA-25 el MR es 52.7kg/cm² y para CFA-30 el MR es 58kg/cm². Estos resultados obtenidos en este trabajo no son iguales porque las proporciones de fibras, cemento, agregados y aditivos químicos son diferentes pero siguen una tendencia de mejora con una similitud porque al incorporar aditivo químico en este caso plastificante aporta al desempeño de la resistencia, la fluidez y evita la exudación.

5.3. Discusión de resultados de fatiga

En este trabajo de investigación se obtuvo los resultados del ensayo de fatiga; a los 28 días en un rango de 1 millón hasta 2 millones de ciclos de falla para el CN la resistencia es 33.84kg/cm², para CFA-40 la resistencia es 39.10kg/cm² incrementando su capacidad en un 16% y para CFA-50 la resistencia es 44.20kg/cm² aumentando su capacidad en 31%. Según Ruiz, Rodríguez y León (2017) en su proyecto de investigación con proporciones de 0, 20, 40 y 80 kg/m³ de fibras de acero los resultados al realizar el ensayo se aplicaron esfuerzos de 80% a 90% del esfuerzo de flexión, para la edad de 28 días se obtuvieron dichos valores; para CFA-20 la vida de fatiga no aumenta con respecto al CN, para CFA-40 hubo un incremento de 6% respecto al CN y para el CFA-80 la vida de fatiga aumenta en 25% respecto al CN. Estos resultados obtenidos no son similares porque las dosificaciones utilizadas son distintas pero siguen una tendencia a la mejora y es directamente proporcional a la cantidad de las fibras de acero, los valores en este estudio son más altos en donde los aditivos utilizados como el plastificante y el endurecedor superficial aportan en el desempeño del concreto.

5.4. Discusión de resultados de abrasión

En este proyecto de investigación se obtuvieron resultados del ensayo de abrasión a los 28 días de edad, para CN tiene un desgaste de huella en $P=0.50$ mm,

L=20.96mm y una pérdida de masa de 5.67 gr, para CFA-40 tiene un desgaste de huella en P=0.38mm, L=19.37mm y una pérdida de masa de 4.33 gr, para CFA-50 tiene un desgaste de huella en P=0.26mm, L=17.33mm y una pérdida de masa de 3.33 gr. Para Angarita y Lizarazo (2018) en su investigación con fibras de acero en proporciones de 0%,0.02%, 0.05% y 0.09% a los 28 días de edad se obtuvieron estos resultados; para 0% tuvo un desgaste de 16.20mm, para 0.02% tuvo un desgaste de 14.86mm, para 0.05% tuvo un desgaste de 14.24mm y para 0.09% tuvo un desgaste de 12.69mm. Para Figueroa y Mesta (2018) en su investigación para $a/c = 0.65$ en encofrado metálico tuvo una pérdida de volumen de 110.13mm³ y una pérdida de peso de 4gr, para $a/c = 0.61$ también en encofrado metálico tuvo una pérdida de volumen de 56.66mm³ y una pérdida de masa de 5 gr. Estos resultados obtenidos y los resultados de los antecedentes no son similares por el uso de diferentes dosificaciones pero tienden a seguir un patrón al incorporar fibras de acero en la masa del concreto, ya que disminuyen el desgaste por lo tanto la abrasión es inversamente proporcional a la cantidad de fibra de acero, y siempre cuando haya fibra de acero y aditivo endurecedor superficial en el concreto aportara un mejor desempeño con respecto a la abrasión por desgaste.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Conclusión general

La incorporación de las fibras de acero y aditivo químico (plastificante y endurecedor superficial) mejoran sustancialmente de la siguiente manera: para la resistencia a compresión la proporción de CFA-50 tuvo un mejor resultado aumentando su resistencia en 32% respecto al CN, para la resistencia a esfuerzos por flexión (Modulo de rotura) tuvo mejor resultado la proporción CFA-50 incrementando en 31% respecto al CN, para la vida de fatiga la proporción CFA-50 tuvo mejor desempeño aumentando su resistencia en 31% respecto al CN y para la resistencia a la abrasión tuvo mejor desempeño la proporción CFA-50 mejorando en 41%, por lo tanto se ha determinado que la adición de la fibra de acero y aditivo químico en proporción CFA-50 mejoran positivamente en las propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

6.2. Conclusiones específicas

- ✓ Se ha determinado que la adición de fibras de acero y aditivo químico (plastificante y endurecedor superficial) mejoran de la siguiente manera; para la dosificación de CFA-40 mejora su resistencia en 15%, y para la dosificación de CFA-50 mejora su resistencia en 32% respecto al concreto normal CN como indica en la tabla N° 34, por lo tanto se ha determinado que la adición de la fibra de acero y aditivo químico mejora positivamente en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm² ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

- ✓ Según los resultados que se obtuvieron y analizados en esta investigación se verifica que la incorporación de las fibras de acero y aditivo químico (plastificante y endurecedor superficial) mejora considerablemente el MR a los 28 días de la siguiente manera: para CFA-40 mejora un 16% y para CFA-50 mejora un 31% tal como indica la tabla N° 35, por ende se ha determinado que la adición de la fibra de acero y aditivo químico mejoran

de manera positiva en la resistencia a esfuerzos por flexión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

- ✓ Se ha verificado que al incorporar las fibras de acero y aditivo químico (plastificante y endurecedor superficial) mejora la vida de fatiga a los 28 días de la siguiente manera: para la proporción de CFA-40 incrementa la vida de fatiga en un 16% y para la proporción de CFA-50 mejora la vida de fatiga en un 31% respecto al CN así como lo indica la tabla N° 36, por lo tanto se ha determinado que la incorporación de la fibra de acero y aditivo químico mejoran positivamente en la vida de la fatiga del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

- ✓ Según los resultados que se obtuvieron que al adicionar las fibras de acero y aditivo químico (plastificante y endurecedor superficial) mejora la resistencia a la abrasión a los 28 días de la siguiente manera: para la proporción de CFA-40 tuvo una pérdida de masa de $m=4.33\text{gr}$ disminuyendo el desgaste en un 24%, y para la proporción de CFA-50 tuvo una pérdida de masa de $m=3.33\text{gr}$ disminuyendo así el desgaste en un 41% respecto al CN como lo indica la tabla N° 38, donde se verifica que la abrasión es inversamente proporcional a la cantidad de fibras y aditivo químico en el concreto, porque al adicionar fibras, aditivos plastificante y endurecedor superficial disminuyen los valores de desgaste, por lo tanto se verifico que la adición de la fibra de acero y aditivo químico mejoran el desempeño ante la abrasión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ante efectos de alto tránsito en pavimento rígido.

VII.RECOMENDACIONES

- ✓ Al utilizar fibras de acero en porcentajes mayores se recomienda utilizar aditivos plastificantes para mejorar la fluidez y la trabajabilidad del concreto.
- ✓ De acuerdo a los resultados que se tuvieron y se validaron con un análisis, se recomienda el uso de la fibra de acero en el concreto de resistencia $f_c=210\text{kg/cm}^2$ para los elementos de alto tránsito ya que su capacidad de resistencia a compresión, flexión y fatiga tiene un mejor desempeño y esto se puede aplicar en pavimentos rígidos en la ciudad de Andahuaylas.
- ✓ Así también conforme obtenido los resultados y analizados, se recomienda el uso de los aditivos (sikacem plastificante y sikafloor 3 cuarzotop) en el concreto de resistencia $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en elementos de alto tránsito porque tiene un mejor desempeño en su capacidad de resistencia ante la abrasión por desgaste, y se puede aplicar también en pavimentos rígidos, adoquines y en todo espacio en donde haya circulación alta.
- ✓ De los resultados obtenidos se tuvieron que la fibra de acero y aditivo químico en el concreto tiene un buen desempeño en compresión, flexión, fatiga y abrasión, dicha fibra y aditivo controlan las fisuras y grietas por ende aumenta su durabilidad, por ello se recomienda realizar un proyecto de investigación muy profundo de la durabilidad del concreto con la adición de fibras de acero y aditivos químicos.
- ✓ Como la fibra de acero y los aditivos químicos mejoran el comportamiento del concreto, se plantea que estos insumos reducen el mantenimiento durante la vida útil, por ende se recomienda un estudio para mantenimiento de los pavimentos con dichos insumos durante su periodo de vida útil.
- ✓ Los resultados que se tuvieron en esta investigación fueron positivos entonces se recomienda seguir estudiando la fibra de acero en proporciones mayores a CFA-40 y CFA-50 y talvez con otro tipo de aditivos químicos.

REFERENCIAS

- Abanto, Flavio. 1995. *Tecnología del Concreto (Teorías y Problemas)*. Lima : San Marcos, 1995.
- ABAZA, Osama A. y HUSSEIN, Zaid S. *Flexural Behavior of Flat-End Steel-Fiber-Reinforced Concrete*. 8, *Journal of materials in civil engineerin* : s.n., 2014, Vol. 26. 04014034.
- ACI 116R. 2015. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario*. Michigan : s.n., 2015.
- ARIAS, Fideas. *El proyecto de Investigación - Introducción a la Metodología Científica*. 2006. Editorial Episteme. Caracas. 980-07-8529-9
- ANGARITA, Diego Alejandro y LIZARAZO, Oscar Mauricio. *Análisis del Comportamiento Mecánico de Adoquines de Concreto con Adición de Fibra de Acero de Llantas Recicladas*. Bogota : Universidad de la Salle, 2018.
- BARBOSA, RODRIGUES, SOUZA, CARVALHO, LEAL Y PEREIRA. *Analysis of the influence of test method and properties of steel fiber addition on concrete under the three-point flexural tensile*. 3, Brasil : Ingerniare, 2020, Vol. 28. 0718-3305.
- FIGUEROA, Alexandra Jimena y MESTA, Gianfranco. *Análisis de la resistencia a la abrasión del concreto con el uso de encofrado metálico en comparación al encofrado tradicional de madera*. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2018.
- FRANCO, CARNEIRO, ESPINOSA, CECHELLA Y MANCIO. *Durabilidade, custo do ciclo de vida e avaliação do ciclo de vida de misturas binárias com cinzas volantes, cinzas de casca de arroz e resíduos de demolição de concreto*. 9, Porto Alegre : ANTAC, 2021, Vol. 1. 2022-01-28T17:30:19.017611.
- GARBER, Nicholas J. y HOEL, Lester A. *Ingeniería de Tránsito y Carreteras*. Mexico : Thomson, 2005.

- GARCIA, Juan Jhonny y VARGAS, Mario. *Material de Apoyo Didáctico de la Enseñanza Aprendizaje en la Asignatura de Resistencia de Materiales I*. Cochabamba : Universidad Mayor de San Simon , 2007.
- GIORDANI, Claudio y LEONE, Diego. *Pavimentos*. Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2018.
- GONZALES, Richard Manolo. *Concreto de Alta Resistencia Utilizando Aditivos Microsilice*. Huanuco : s.n., 2016.
- HERNANDEZ, Roberto. *Metodología de la Investigacion*. Mexico : El Oso Panda 6ta Edicion, 2014. 978-1-4562-2396-0.
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigacion*. Colombia : Panamericana Formas e Impresos S.A, 2006. 968-422-931-3.
- ISIDRO, J. *"Influencia de la Adición de Fibras de Acero en las Propiedades del Concreto Empleado Para Pavimentos en la Construcción de Pistas en la Ciudad de Puno-Puno"*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
- MACERO, William M. *Evaluación de resistencia a la fatiga de mezclas asfálticas* . Guayaquil : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2014.
- MARMOL, Patricia C. *Hormigon con Fibras de Acero Características Mecánicas*. Madrid : s.n., 2010.
- SONG, S. y HWANG, S. *Mechanical properties of high-strength steel fiber-reinforced concrete*. 9, Taiwan : Elsevier, 2004, Vol. 18.
- MORENO, Eliseo. *Metodología de Investigacion Pautas Para Hacer Tesis*. Ayacucho : Blogger, 5 de diciembre de 2016.
- MIRANDA, Cristian A. y Rado, Marco E. *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolanico para la construccion de pavimentos rigidos en la region Apurimac*. Lima : s.n., 2019.

- MTC/14. *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014.
- NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION. *flexural strength of concrete*. Virginia : s.n., 1991.
- PAPAGIANNAKIS, A. y MASAD, E. *Pavement Design and Materials*. San Antonio : University of Texas, 2008.
- PEREZ, Elizabeth. “*Análisis Comparativo de las Resistencias a la Compresión, Flexión y Trabajabilidad del Concreto $f'c=210$ kg/cm² con Adición de Polietileno Tipo Pebd Reciclado con un Concreto Tradicional, Lima norte 2020*”. Lima : Universidad Privada del Norte, 2020.
- QUINTANA, Cristian D. y VALENCIA, Plinio A. *Analisis Comparativo Entre el Concreto Simple y el Concreto con Adicion de Fibra de Acero al 12% y 14%*. Bogota : Universidad Catolica de Colombia , 2016.
- RUIZ, V., RODRIGUEZ, F. y LEON, N. *Study of fatigue performance in a pavement concrete mix reinforced with steel fibers. 2*, Colombia : Revista Ingenieria de Construccion, 2017, Vol. 32 . 0718-5073.
- SARTA, Helo N. y SILVA, Jose L. *Análisis Comparativo Entre el Concreto Simple y el Concreto con Adicion de Fibra de Acero al 4% y 6%*. Bogota : Universidad Catolica de Colombia, 2017.
- SIKA® Peru S.A. *Ficha Tecnica*. 2017, Sika Peru, Edicion 4, pág. 4.
- SIKA® Peru S.A. *Ficha Tecnica*. 2019, Sikafloor-3 QuartzTop, pág. 3.
- SIKA® Peru S.A. *Ficha Tecnica*. 2021, SikaCem Plastificante, pág. 2.
- SINGH, SP., MOHAMMADI, Yaghoub y MADAN, S. *Flexural fatigue strength of steel fibrous concrete containing mixed steel fibres*. India : JZUS, 2006. ISSN 1862-1775.

- TAMAYO, Carla y SILVA, Irene. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos. 2016. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.
- TOXEMENT. *Guía Básica Para Juntas en Pavimentos de Concreto*. Barranquilla : Euclid Group, 2019, Vol. 1.
- XAVIER, CAMELLO, KUHL Y CAMARGO. *valuation of erosive and abrasive wear resistance of the WC 12Co coatings applied HVOF thermal spray*. 1, Rio de Janeiro : ABH2, 2020, Vol. 27. 1517-707620210004.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

TITULO: FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	TIPO, NIVEL Y SEÑAL DE INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE				
¿EN QUE MEDIDA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO MEJORAN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.?	EVALUAR DE QUE MANERA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO PUEDEN MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.	LA ADICION DE LA FIBRA DE ACERO, ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE Y SIKAFLOOR®-3 QUARTZ TOP MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.	FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO	DOSIFICACION DE LA FIBRA DE ACERO + 0.50% ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE, + 5.00 KG SIKAFLOOR®-3 QUARTZ TOP EN RELACION AL VOLUMEN DEL CONCRETO	0kg(FA) + 0%ADIT 40kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT 50kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT	INTERVALO	TIPO: POR ENFOQUE: CUANTITATIVO (V.I. Y V.D. MEDIBLES). POR PROPOSITO: APLICADA (ORIENTADA A RESOLUCION DE PROBLEMAS CON LAS TEORIAS Y LOS CONOCIMIENTOS) NIVEL: EXPLICATIVO: RELACION CAUSA-EFECTO. DISEÑO: CUASI EXPERIMENTAL (SE MANIPULAN VI Y VD. GRUPO DE CONTROL Y EXPERIMENTACION). POBLACION: CONJUNTO DE PROBETAS Y VIGUETAS DE CONCRETO. MUESTRA: 27 PROBETAS Y 45 VIGUETAS PARA ENSAYOS DE OBTENSION DE DATOS. TECNICA: OBSERVACION EXPERIMENTAL. INSTRUMENTO: FICHAS TECNICAS. VALIDACION: JUICIO DE EXPERTOS. CONFIABILIDAD: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS.
				ESPECIFICACIONES TECNICAS	Longitud de fibra con extremos conformados L= 60.00mm densidad de Sikacem® ρ=1.20 kr/l densidad de Sikafloor®-3 ρ=1.80 gr/cm3	RAZON	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. DEPENDIENTE				
¿DE QUE MANERA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A COMPRESION MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.?	DETERMINAR DE QUE MANERA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A COMPRESION PUEDEN MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.	LA ADICION DE LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE EN RELACION A LA RESISTENCIA A COMPRESION MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.		PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm2)	RAZON	
¿EN QUE MEDIDA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A FLEXION MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.?	CALCULAR EN QUE MEDIDA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A FLEXION PUEDEN MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.	LA ADICION DE LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE EN RELACION A LA RESISTENCIA A FLEXION MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.	PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO		RESISTENCIA A FLEXION (kg/cm2)		
¿COMO LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A FATIGA MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.?	SEÑALAR COMO LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A FATIGA PUEDEN MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.	LA ADICION DE LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE EN RELACION A LA RESISTENCIA A FATIGA MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.		EFFECTO DE ALTO TRANSITO	FATIGA		
¿DE QUE MANERA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A LA ABRASION MEJORAN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.?	PRECISAR DE QUE MANERA LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN RELACION A LA RESISTENCIA A LA ABRASION PUEDEN MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.	LA ADICION DE LA FIBRA DE ACERO Y ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE EN RELACION A LA RESISTENCIA A LA ABRASION MEJORAN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.			ABRASION (mm3)		

ANEXO 2: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VI: FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO	<p>Fibra de acero: Son fibras trelladas de alta calidad para reforzar el concreto Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumpliendo con la norma ASTM A 820. otorga la ductilidad e incrementa la tenacidad del concreto en losas de bajo, medio y alto tránsito. (Sika® Peru, 2017).</p>	<p>Se realizara el analisis de las características mecánicas y de alto tránsito, y se adicionara fibras de acero en dosificaciones de 40kg y 50kg + 0.5% de Sikacem® + 5kg de Sikafloor® en briquetas.</p>	<p>DOSIFICACION DE LA FIBRA DE ACERO + 0.50%ADITIVO SIKACEM® PLASTIFICANTE, + 5.00 KG SIKAFLOOR®-3 QUARTZ TOP EN RELACION AL VOLUMEN DEL</p>	0kg(FA) + 0%ADIT	Intervalo
	<p>Aditivo sikaCem® plastificante: Es un aditivo líquido para elaborar concreto con bastante fluidez, así también reduce el agua en el concreto aumentando su resistencia (Sika® Peru, 2021).</p>			40kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT	
	<p>Aditivo Sikafloor®-3 QuartzTop: Es un aditivo endurecedor de pisos que se añade superficialmente al concreto en esta fresco. Este aditivo debe ser usado solo por expertos en pisos, parqueaderos, terminales de transporte, rampas, zonas de carga y descarga y en interiores o exteriores (Sika®, 2019).</p>			50kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT	
VD: PROPIEDADES DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO	<p>Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión es la medida numérica que puede resistir el concreto sometidos a esfuerzos máximos dicho valor expresado en kg/cm2, Mpa y en PSI, esta resistencia se calcula dividiendo la carga máxima entre el área transversal del espécimen que se está ensayando. (Garcia, y otros, 2007).</p>	<p>con las briquetas se efectuaran los ensayos en laboratorio para obtener las propiedades mecánicas como la resistencia a compresion y la resistencia a la flexion; asi tambien para obtener las propiedades de alto tránsito como la resistencia a la fatiga y la resistencia a la abrasion.</p>	<p>ESPECIFICACIONES TECNICAS</p>	Longitud de fibra con extremos conformados L= 60.00mm	Razon
	<p>Resistencia a la flexión: La resistencia a la flexión se determina en elementos tipo viga prismática construida basándose en la norma NTP 339.078 de 15cm x 15cm de sección y de 50cm de largo, esta resistencia es muy aplicado en proyectos como pavimentos viales, losas, pistas de aeropuertos entre otros. Esta resistencia se puede expresar como Modulo de Rotura (MR) determinado por la norma ASTM C78 y ASTM C293 y es el 10% a 20% de la resistencia a compresión (National Ready Mixed Concrete Association, 1991).</p>			densidad de Sikacem® $\rho=1.20 \text{ kr/l}$	
	<p>Resistencia a la fatiga: la resistencia a la fatiga es un fenómeno por el cual las losas del pavimento son sometidos a cargas dinámicas cíclicas, es decir es un proceso de cambio en la estructura permanente, progresivo y localizado ocurridos en los pavimentos sujetos a tensiones y deformaciones variables en un punto o más llegando a causar grietas o en el peor de los casos llegando a la fractura tras un número suficiente de fluctuaciones (M acero, W. 2014).</p>			densidad de Sikafloor®-3 $\rho=1.80 \text{ gr/cm}^3$	
	<p>Resistencia a la abrasión: se puede calcular mediante el ensayo de desgaste abrasivo a seco con una rueda de caucho y un chorro de arena, para este ensayo las especificaciones los da la norma ASTM G65, la abrasión es la pérdida de masa resultado de la interacción entre las partículas duras a las que son sometidas contra una superficie y se movilizan a lo largo de ella así provocando daños en la superficie lo que lleva a la destrucción parcial o total del elemento ensayado.</p>			RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm2)	
		PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A FLEXION (kg/cm2)	Razon	
		EFECTO DE ALTO TRANSITO	RESISTENCIA A LA FATIGA	Razon	
			RESISTENCIA A LA ABRASION (mm3)	Razon	

ANEXO 3: Especificaciones Técnicas de SikaCem® Plastificante

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante

Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce agua del concreto incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado en un 15% aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden de más del 15%.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

CERTIFICADOS / NORMAS

SikaCem® Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo A y Tipo D

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Envase PET x 4 L• Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.02

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del

agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
 - Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
-

NOTAS

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

LIMITACIONES

Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

NOTAS LEGALES

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6
Lurín, Lima
Tel. (511) 618-6060

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

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plastificante
Junio 2021, Versión 01.02
021302011000000829

SikaCemPlastificante-es-PE-[06-2021]-1-2.pdf



ANEXO 4: Especificaciones Técnicas de Sikafloor®-3 Quartz Top

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikafloor®-3 QuartzTop

ENDURECEDOR DE PISOS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikafloor®-3 Cuarzo Top es un endurecedor de pisos, listo para usar, que se incorpora superficialmente al concreto fresco. Está compuesto de cemento, pigmentos especiales, aditivos y agregados de cuarzo de gran pureza, especialmente gradados y seleccionados de acuerdo con su forma, tamaño y propiedades físicas y mecánicas.

USOS

Sikafloor®-3 QuartzTop debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

Como endurecedor superficial para pisos nuevos en concreto o mortero cementicio, proporcionándoles una alta resistencia al desgaste.

Especialmente indicado para pisos de talleres, bodegas, canchas de tenis, parqueaderos, rampas, supermercados, plazas públicas, terminales de transporte, zonas de carga y descarga, interiores o exteriores.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Excelente resistencia al tráfico, al impacto y al desgaste.
- Es un sistema económico y fácil de aplicar para endurecer pisos.
- Reduce costos de mantenimiento por desgaste.
- Es decorativo y permite demarcar zonas de diferente uso.
- No contiene elementos mecánicos, por lo tanto no es conductor eléctrico, ni se corroe.
- Granulometría adecuada para facilitar la colocación y el acabado.
- Permite obtener un acabado antideslizante.
- Duplica la resistencia a la abrasión de un concreto normal.
- Aumenta la vida de servicio de los pisos.
- Deja un acabado liso fácil de limpiar y resistente a la penetración de líquidos.
- Impide el desprendimiento de polvo generado por el tráfico vehicular o peatonal.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Agregados minerales naturales clasificados y mezclados con cemento, aditivos y pigmentos.
Empaques	Bolsa x 30 kg
Apariencia / Color	Disponble neutro. Otros colores, consultar de acuerdo a tonos y volúmenes.
Vida Útil	9 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su empaque sellado original, sin abrir y sin daños en condiciones secas a temperaturas entre +5 ° C y +30 ° C.
Densidad	1.80 gr/cm3 +/- 0.1

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Abrasión

(ASTM C-1138) es 2, 5 veces la resistencia de un concreto sin endurecedor.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Consumo

Preparación del Soporte:

El concreto del piso sobre el cual se incorporará en estado fresco el Sikafloor®-3 Cuarzo Top debe ser de muy buena calidad. Preferiblemente con una relación a/c = 0.50 y/o resistencia a la compresión mayor a 210 kg/cm². El asentamiento del concreto no debe exceder los 10 cm, preferiblemente. La aplicación de Sikafloor®-3 Cuarzo Top se realizará una vez que el agua libre sobre la superficie haya desaparecido y cuando al presionar fuertemente con un dedo no quede una huella de más de 3 a 5 mm de profundidad. El piso se construye siguiendo los métodos convencionales de colocación, compactación y afinado de concreto. Para mejorar la calidad del concreto use aditivos reductores de agua tales como Sikament®.

Producto Aplicado Listo para su Uso

Dosificación:

Sikafloor® -3 Cuarzo Top Neutro:

Tráfico Liviano: 3 kg/m²

Tráfico Mediano: 4 kg/m²

Tráfico Pesado: 5 kg/m²

Sikafloor®-3 Cuarzo Top de colores debe dosificarse entre 5 y 7 kg/m², realizar ensayos previos para determinar la óptima de acuerdo al color.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

APLICACIÓN

Aplique inicialmente el 70 % de la cantidad requerida del producto espolvoreando la mezcla seca de manera uniforme cuando el concreto empiece a liberar el agua de exudación. Deje reposar hasta que el concreto humedezca el producto y permita la compactación de la superficie con allanadora mecánica o con llana de madera (aprox: 2 horas a 20°C). A mayores temperaturas este tiempo es menor. Inmediatamente distribuya sobre la superficie el resto del Sikafloor®-3 Cuarzo Top hasta completar la cantidad especificada por metro cuadrado. Siga el

procedimiento de compactación descrito en el punto anterior. Para lograr superficies lisas, luego de haber incorporado totalmente el

Sikafloor-3 Cuarzo Top, seguir alisando con llana metálica o con allanadora. Para obtener un color mas homogéneo se recomienda dar acabado con pulidora mecánica después de 7 días de curado el concreto y realizar mantenimiento con ceras. El curado del Sikafloor® -3 Cuarzo Top se hará con Sika® Antisol® aplicando el curador tan pronto se termine de afinar la superficie, sin dejar empozamientos. Si las condiciones ambientales son muy severas, se deben extremar las medidas de curado utilizando protecciones adicionales.

El curado con agua promueve la aparición de manchas sobre el endurecedor en colores. Pero si se usa este sistema deberá mantenerse por 7 días curado permanente.

LIMITACIONES

No se recomienda aplicar sobre concreto con contenido de aire mayor al 3% ya que se dificulta la compactación del Sikafloor®-3 Cuarzo Top.

Sikafloor®-3 Cuarzo Top de color debe colocarse en dosificaciones entre 5 y 7 kg/m². Sikafloor®-3 Cuarzo Top debe protegerse de manchas o impactos después de ser aplicado. Se recomienda que la aplicación sea hecha por mano de obra calificada. Existen diferentes factores que pueden afectar el acabado y color del piso endurecido por lo cual se deben tener en cuenta las instrucciones de la hoja técnica. Si se va aplicar un endurecedor líquido tipo Sikafloor® Curehard-24 posteriormente, el curado se debe hacer con Sikafloor® Curehard-24 en áreas internas o inundando con agua. Cuando exista ataque químico debe protegerse el concreto endurecido con recubrimientos resistentes.

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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



ANEXO 5:

FICHA TECNICA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION


	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	FACULTAD DE INGENIARIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TITULO	FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
AUTOR	ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA DE ROTURA/...../.....
F'C	210 Kg/cm2

FICHA TECNICA
INDICADOR N° 1 : RESISTENCIA A LA COMPRESION


FECHA DE ROTURA:	7 DIAS						14 DIAS						28 DIAS					
	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Area (cm2)	Resist. (kg/cm2)	λ	Tipo Rotura	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Area (cm2)	Resist. (kg/cm2)	λ	Tipo Rotura	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Area (cm2)	Resist. (kg/cm2)	λ	Tipo Rotura
0kg(FA) + 0%ADIT																		
40kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT																		
50kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT																		

VALIDACION:


Importante: la nota calificada por cada experto sera de 0 a 1 ptos.




(a)
CONO




(b)
CONO Y SEPARACION



(c)
CONO Y CORTE



(d)
CORTE



(e)
CORTE COLUMNAR

	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	NOTA
EXPERTO 1	ING. EULOGIO NAVARRO FLORES	266358		1.0
EXPERTO 2	ING. LOLO LIAZARME FERNANDEZ	53574		1.0
EXPERTO 3	ING. JAVIER A. APARCO BERROCAL	53573		1.0
PROMEDIO				1.0

ANEXO 6:

FICHA TECNICA PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXION

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TITULO	FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
AUTOR	ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA DE ROTURA/...../.....
F'C	210 Kg/cm2

FICHA TECNICA
INDICADOR N° 2 : RESISTENCIA A LA FLEXION

FECHA DE ROTURA:	7 DIAS					14 DIAS					28 DIAS				
	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Dimen. (cm)	Resist. (kg/cm2)	\bar{X}	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Dimen. (cm)	Resist. (kg/cm2)	\bar{X}	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Dimen. (cm)	Resist. (kg/cm2)	\bar{X}
0kg(FA) + 0%ADIT															
40kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT															
50kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT															


VALIDACION:

Importante: la nota calificada por cada experto sera de 0 a 1 ptos.

	NOMBRES Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	NOTA
EXPERTO 1	ING. EULOGIO NAVARRO FLORES		266358	 Eulogio Navarro Flores CIP N° 266358 INGENIERO CIVIL	1.0
EXPERTO 2	ING. LOLO LIAZARME FERNANDEZ		53574	 ING. LOLO LIAZARME FERNANDEZ CIP 53574	0.9
EXPERTO 3	ING. JAVIER A. APARCO BERROCAL		53573	 ING. JAVIER A. APARCO BERROCAL CIP 53573	1.0
PROMEDIO					0.97

ANEXO 7:




FICHA TECNICA PARA LA RESISTENCIA A LA FATIGA

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIARIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TITULO	FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
AUTOR	ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA DE ROTURA/...../.....
F'C	210 Kg/cm2

FICHA TECNICA								
INDICADOR N° 3 : RESISTENCIA A LA FATIGA								
28 DIAS								
	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Dimen. (cm)			Ciclos (N)	Resist. (kg/cm2)	\bar{X}
0kg(FA) + 0%ADIT								
40kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT								
50kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT								


VALIDACION:

Importante: la nota calificada por cada experto sera de 0 a 1 ptos.

	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	NOTA
EXPERTO 1	ING. EULOGIO NAVARRO FLORES	266358		1.0
EXPERTO 2	ING. LOLO LIAZARME FERNANDEZ	53574		0.9
EXPERTO 3	ING. JAVIER A. APARCO BERROCAL	53573		0.9
PROMEDIO				0.93

ANEXO 8:

FICHA TECNICA PARA LA RESISTENACIA A LA ABRASION


	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TITULO	FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUIMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RIGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
AUTOR	ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA DE ROTURA/...../.....
F'C	210 Kg/cm2

FICHA TECNICA
INDICADOR N° 3 : RESISTENCIA A LA ABRASION

	28 DIAS						
	Fecha de Elab.	Fecha de Ensayo	Dimen. (cm)		Ciclos (N)	Resist. (kg/cm2)	\bar{x}
0kg(FA) + 0%ADIT							
40kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT							
50kg(FA) + (0.5%+5kg)ADIT							

VALIDACION:

Importante: la nota calificada por cada experto sera de 0 a 1 ptos.

	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	FIRMA	NOTA
EXPERTO 1	ING. EULOGIO NAVARRO FLORES	266358		1.0
EXPERTO 2	ING. LOLO LIAZARME FERNANDEZ	53574		0.9
EXPERTO 3	ING. JAVIER A. APARCO BERROCAL	53573		0.9
PROMEDIO				0.93

ANEXO 9:

CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 099 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0803-2021	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOCON INGENIEROS S.A.C.	
3. Dirección	JR. JUAN F. RAMOS NRO. 333 (FTE. SEDE ADM UNJMA, 5P C. GRISS) APURIMAC - ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	WANT	
Modelo	WT30000X	
Número de Serie	110823013	
Capacidad minima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-03-25	

Fecha de Emisión

2021-03-28

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANGEL ALEJANDRO CALIAGA TORRES

Sello





PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 099 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

JR. JUAN F. RAMOS NRO. 333 (FTE. SEDE ADM UNJMA, 5P C. GRISS) APURIMAC - ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	13.5 °C	13.7 °C
Humedad Relativa	52%	53%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0550-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0549-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0548-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0547-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131-2020

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.





PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 099 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
12.9 °C 13.0 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	14,999	0.2	-0.7	30,000	0.6	-0.1	
2	15,001	0.7	0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,001	0.7	0.8	30,000	0.4	0.1	
4	15,000	0.6	-0.1	30,001	0.8	0.7	
5	14,999	0.5	-1.0	30,001	0.7	0.8	
6	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.8	-0.3	30,001	0.7	0.8	
8	15,000	0.2	0.3	29,999	0.2	-0.7	
9	15,000	0.5	0.0	30,001	0.7	0.8	
10	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0	
Diferencia Máxima			1.8	Diferencia Máxima			1.5
Error Máximo Permissible			± 2.0	Error Máximo Permissible			± 3.0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

Temperatura Inicial Final
12.8 °C 12.9 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.6	-0.1	-0.1
2		10	0.6	-0.1		10,000	0.6	-0.1	0.0
3		10	0.4	0.1		10,001	0.8	0.7	0.6
4		10	0.5	0.0		9,999	0.2	-0.7	-0.7
5		9	0.2	-0.7		10,000	0.6	-0.1	0.6
Error máximo permisible									± 2.0

* Valor entre 0 y 10e



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 099 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	13.1 °C	12.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (±g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.7	-0.2	0.1	1.0
100	100	0.6	-0.1	0.2	100	0.6	-0.1	0.2	1.0
500	500	0.5	0.0	0.3	500	0.6	-0.1	0.2	1.0
1,000	1,000	0.6	-0.1	0.2	1,000	0.8	-0.3	0.0	1.0
5,000	5,000	0.7	-0.2	0.1	5,000	0.4	0.1	0.4	2.0
10,000	9,999	0.3	-0.8	-0.5	10,000	0.5	0.0	0.3	2.0
15,000	14,999	0.2	-0.7	-0.4	15,000	0.6	-0.1	0.2	2.0
20,000	19,999	0.3	-0.8	-0.5	20,000	0.5	0.0	0.3	3.0
25,000	25,000	0.4	0.1	0.4	25,000	0.6	-0.1	0.2	3.0
30,000	30,000	0.6	-0.1	0.2	30,000	0.5	0.0	0.3	3.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza,
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional,
E: Error encontrado

E₀: Error en cero,
E_c: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.5506667 \text{ g}^2 + 0.0000000064 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000051 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 042 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0803-2021
2. Solicitante	GEOCON INGENIEROS S.A.C.
3. Dirección	JR. JUAN F. RAMOS NRO. 333 (FTE. SEDE ADM UNJMA, 5P C. GRISS) APURIMAC - ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	2000 kN
Marca	YU FENG
Modelo	STYE-2000
Número de Serie	120715
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	MC
Modelo	LM-02
Número de Serie	120715
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-03-25

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-03-28

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 042 - 2021

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

JR. JUAN F. RAMOS NRO. 333 (FTE. SEDE ADM UNJMA, 5P C. GRISS) APURIMAC - ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.5 °C	14.5 °C
Humedad Relativa	68 % HR	68 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-002-20
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Calle: Yahuar Huaca 215 - Urb San Agustín - Comas - Lima
email: ventasperutest@gmail.com celulares: 955618013 - 982337399 - #947419158



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 042 - 2021

11. Resultados de Medición

Página 3 de 3

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	F_1 (kN)	Patrón de Referencia			
		F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	150	151.4	151.2	151.1	151.2
20	300	301.3	301.0	301.3	301.2
30	450	450.5	450.4	450.6	450.6
40	600	600.5	600.8	600.9	600.8
50	750	751.0	751.3	751.4	751.3
60	900	901.4	901.9	902.4	901.9
70	1050	1052.1	1052.4	1052.5	1052.5
80	1200	1203.6	1203.6	1203.6	1203.6
90	1350	1353.9	1354.9	1354.8	1354.7
100	1450	1452.4	1453.4	1453.4	1453.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
150	-0.82	0.20	-0.07	0.07	0.58
300	-0.41	0.10	-0.13	0.03	0.58
450	-0.13	0.04	-0.09	0.02	0.58
600	-0.13	0.07	0.00	0.02	0.58
750	-0.17	0.05	-0.01	0.01	0.58
900	-0.21	0.11	0.00	0.01	0.58
1050	-0.23	0.04	-0.05	0.01	0.58
1200	-0.30	0.00	0.00	0.01	0.58
1350	-0.35	0.08	-0.01	0.01	0.57
1450	-0.23	0.07	-0.07	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Calle: Yahuar Huaca 215 - Urb San Agustín - Comas - Lima
email: ventasperutest@gmail.com celulares: 955618013 - 982337399 - #947419158

ANEXO 10: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



CONSULTORES Y CONSTRUCTORES GENERALES
 Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Cartografía - Asuntos Ambientales Mineros



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS


Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 14 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA	% DE VARIACION
CN-1	7 días	210	25099.90	181.10	138.60	66%	
CN-2	14 días	210	29442.85	181.10	162.60	77%	
CN-3	28 días	210	40812.25	181.10	210.90	100%	
CFA-40	7 días	210	29449.70	181.10	162.70	117%	17%
CFA-40	14 días	210	32085.00	181.10	177.15	109%	9%
CFA-40	28 días	210	43842.35	181.10	242.10	115%	15%
CFA-50	7 días	210	30860.80	181.10	170.45	123%	23%
CFA-50	14 días	210	36165.90	181.10	199.70	123%	23%
CFA-50	28 días	210	50373.70	181.10	278.15	132%	32%




 Alex Palomino Oscco
 CIP N° 252770
 INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas


Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 14 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESION DEL CONCRETO NORMAL A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE EDAD

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm2)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)	% DE RESISTENCIA
CN-1	7 días	210	25099.90	181.10	142.20	138.60	66%
CN-2	7 días	210	24442.70	181.10	136.10		
CN-3	7 días	210	24564.70	181.10	137.50		
CN-4	14 días	210	29449.70	181.10	163.10	162.60	77%
CN-5	14 días	210	29854.30	181.10	161.40		
CN-6	14 días	210	29755.40	181.10	163.30		
CN-7	28 días	210	42864.90	181.10	211.10	209.90	100%
CN-8	28 días	210	38759.60	181.10	214.00		
CN-9	28 días	210	39486.90	181.10	204.60		




Alex Palomino Oscoco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



CONSULTORES Y CONSTRUCTORES GENERALES
Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Cartografía - Asuntos Ambientales Mineros



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas


Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 14 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESION DEL CONCRETO CON 40KG/M3 A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE EDAD

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
CFA-40	7 días	210	29330.20	181.10	162.60	162.70	117%
CFA-40	7 días	210	29589.20	181.10	163.40		
CFA-40	7 días	210	29566.90	181.10	162.10		
CFA-40	14 días	210	32550.50	181.10	179.75	177.15	109%
CFA-40	14 días	210	31619.50	181.10	174.80		
CFA-40	14 días	210	32445.90	181.10	176.90		
CFA-40	28 días	210	45913.90	181.10	251.20	242.10	115%
CFA-40	28 días	210	41770.80	181.10	237.00		
CFA-40	28 días	210	43179.80	181.10	238.10		




Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 14 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESION DEL CONCRETO CON 50KG/M3 A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE EDAD

DESCRIPCION	EDAD	DISEÑO (kg/cm2)	LECTURA DEL DIAL (kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)	% DE RESISTENCIA
CFA-50	7 días	210	31122.90	181.10	171.80	170.45	123%
CFA-50	7 días	210	30598.70	181.10	169.34		
CFA-50	7 días	210	31465.80	181.10	170.20		
CFA-50	14 días	210	37143.30	181.10	205.10	199.70	147%
CFA-50	14 días	210	35188.50	181.10	197.40		
CFA-50	14 días	210	36456.40	181.10	196.60		
CFA-50	28 días	210	52240.30	181.10	288.50	278.15	133%
CFA-50	28 días	210	48507.10	181.10	267.80		
CFA-50	28 días	210	49543.40	181.10	278.15		



Alex Palomino Oscco
Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 14 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.



Alex Palomino Oseco
 CIP N° 252770
 INGENIERO CIVIL



CONSULTORES Y CONSTRUCTORES GENERALES
 Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Cartografía - Asuntos Ambientales Mineros



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 21 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% MODULO DE ROTURA
CN-1	7 días	45	15	15	28.44	27.85	66%
CN-2	7 días	45	15	15	27.00		
CN-3	7 días	45	15	15	28.10		
CN-4	14 días	45	15	15	32.06	32.71	77%
CN-5	14 días	45	15	15	32.98		
CN-6	14 días	45	15	15	33.10		
CN-7	28 días	45	15	15	42.61	42.30	100%
CN-8	28 días	45	15	15	42.80		
CN-9	28 días	45	15	15	41.50		

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% MODULO DE ROTURA
CFA-40 kg/m ³	7 días	45	15	15	32.4	32.63	117%
CFA-40 kg/m ³	7 días	45	15	15	32.68		
CFA-40 kg/m ³	7 días	45	15	15	32.80		
CFA-40 kg/m ³	14 días	45	15	15	35.94	35.25	108%
CFA-40 kg/m ³	14 días	45	15	15	34.92		
CFA-40 kg/m ³	14 días	45	15	15	34.88		
CFA-40 kg/m ³	28 días	45	15	15	50.7	48.88	116%
CFA-40 kg/m ³	28 días	45	15	15	46.14		
CFA-40 kg/m ³	28 días	45	15	15	49.80		

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% MODULO DE ROTURA
CFA-50 kg/m ³	7 días	45	15	15	34.38	33.89	122%
CFA-50 kg/m ³	7 días	45	15	15	33.80		
CFA-50 kg/m ³	7 días	45	15	15	33.50		
CFA-50 kg/m ³	14 días	45	15	15	41.02	39.89	122%
CFA-50 kg/m ³	14 días	45	15	15	38.86		
CFA-50 kg/m ³	14 días	45	15	15	39.80		
CFA-50 kg/m ³	28 días	45	15	15	57.7	55.25	131%
CFA-50 kg/m ³	28 días	45	15	15	53.56		
CFA-50 kg/m ³	28 días	45	15	15	54.50		



Alex Palomino Oscco
 CIP N° 252770
 INGENIERO CIVIL



CONSULTORES Y CONSTRUCTORES GENERALES
 Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Cartografía - Asuntos Ambientales Mineros



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO : BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 21 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	MODULO DE ROTURA (kg/cm2)	PROMEDIO MODULO DE ROTURA (kg/cm2)	% MODULO DE ROTURA	% VARIACION
CN-1	7 días	45	15	15	28.44	27.85	66%	
CN-4	14 días	45	15	15	32.06	32.71	77%	
CN-7	28 días	45	15	15	42.61	42.30	100%	
CFA-40 kg/m3	7 días	45	15	15	32.4	32.63	117%	17%
CFA-40 kg/m3	14 días	45	15	15	35.94	35.25	108%	8%
CFA-40 kg/m3	28 días	45	15	15	50.7	48.88	116%	16%
CFA-50 kg/m3	7 días	45	15	15	34.38	33.89	122%	22%
CFA-50 kg/m3	14 días	45	15	15	41.02	39.89	122%	22%
CFA-50 kg/m3	28 días	45	15	15	57.7	55.25	131%	31%



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 21 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

D = 0 KG/M3		
CICLOS DE CARGA A LA FALLA (N)	ESFUERZO DE FALLA (kg/cm2)	PROMEDIO
1000000	34.10	33.84
1500000	33.87	
2000000	33.54	

D = 40 KG/M3		
CICLOS DE CARGA A LA FALLA (N)	ESFUERZO DE FALLA (kg/cm2)	PROMEDIO
1000000	39.49	39.10
1500000	39.11	
2000000	38.70	

D = 50 KG/M3		
CICLOS DE CARGA A LA FALLA (N)	ESFUERZO DE FALLA (kg/cm2)	PROMEDIO
1000000	44.41	44.20
1500000	44.25	
2000000	43.93	


 Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



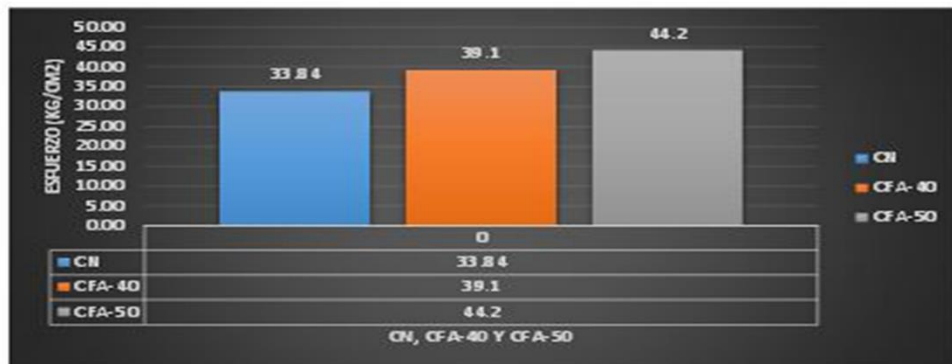
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 21 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

DESCRIPCION	EDAD	LONGITUD	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)	PROMEDIO ESFUERZO DE FALLA (kg/cm ²)	% de variación
CN-1	28 días	45	15	15	34.1	33.84	
CFA-40kg/m ³	28 días	45	15	15	38.70	39.10	16%
CFA-50kg/m ³	28 días	45	15	15	43.93	44.20	31%



Alex Palomino Oscco
 CIP. N° 252770
 INGENIERO CIVIL



CONSULTORES Y CONSTRUCTORES GENERALES
Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Cartografía - Asuntos Ambientales Mineros



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 21 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.

CN 0KG/M3				
DESCRIPCION	PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	PERDIDA (gr)	PROMEDIO (gr)
CN-1	9273	9267	6	5.67
CN-2	9369	9363	6	
CN-3	9350	9345	5	

CFA 40KG/M3				
DESCRIPCION	PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	PERDIDA (gr)	PROMEDIO (gr)
CFA-40	9378	9374	4	4.33
CFA-40	9370	9365	5	
CFA-40	9380	9376	4	

CFA 50KG/M3				
DESCRIPCION	PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	PERDIDA (gr)	PROMEDIO (gr)
CFA-50	9391	9388	3	3.33
CFA-50	9386	9382	4	
CFA-50	9382	9379	3	


 Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



CONSULTORES Y CONSTRUCTORES GENERALES

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Cartografía - Asuntos Ambientales Mineros



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, COCRETOS Y PAVIMENTOS

Ensayo: Compresión Simple de bloquetas

Objeto: Determinar el porcentaje de resistencia alcanzado por las bloquetas de concreto a una edad determinada

TEMA : FIBRA DE ACERO Y ADITIVO QUÍMICO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ANTE EFECTOS DE ALTO TRANSITO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ANDAHUAYLAS - 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS
SOLICITADO: BACH. ROLFI ALVIÑO DELGADO
FECHA : 21 Mar 2022
OBSERVACION: Probetas muestreadas por el personal del Laboratorio y el Solicitante.



Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL