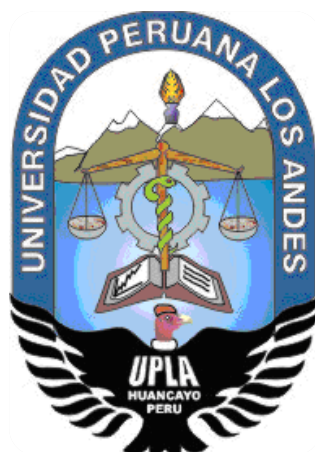


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL
PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**

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

Presentado por:

Bach. OTIVO DE LA CRUZ, Cristian Gustavo

Asesor:

Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo

Fecha de inicio y culminación: Octubre – Diciembre 2021

Huancayo – Perú Diciembre– 2021

Asesor

Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios, por permitirme estudiar mi carrera, así como, a mis padres, por brindarme todo el apoyo necesario durante todos estos años de estudio y poder finalizar y cumplir mis objetivos.

Bach. OTIVO DE LA CRUZ, Cristian Gustavo

Agradecimiento

Mi agradecimiento a la Universidad Peruana Los Andes y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por haberme brindado sus conocimientos y poderlos expresar en esta tesis, así como mi agradecimiento a todas las personas involucradas en la presente investigación. Gracias.

Bach. OTIVO DE LA CRUZ, Cristian Gustavo

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

DR. Rubén Darío Tapia Silguera

Mg. Javier Reynoso Oscanoa

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

Mg. Justo Claudio Rodas Romero

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE GRÁFICOS	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	21
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problemas específicos	22
1.3. Justificación	22
1.3.1. Práctica o social	22
1.3.2. Científica o teórica	23
1.3.3. Metodológica	23
1.4. Delimitaciones	23
1.4.1. Espacial	23
1.4.2. Temporal	24
1.4.3. Económica	24
1.5. Limitaciones	24
1.5.1. Limitaciones por el Covid-19	24
1.5.2. Limitaciones económicas	24
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1. Antecedentes	26
2.1.1. Antecedentes nacionales	26
	VII

2.1.2. Antecedentes internacionales	29
2.2. Marco conceptual	34
2.2.1. Concreto	34
2.2.1.1 Cemento Portland	48
2.2.1.2 Agua	52
2.2.1.3 Agregados	55
2.2.2. FIBRAS EN EL CONCRETO	71
2.2.3. FIBRAS DE ORIGEN ANIMAL	73
2.2.3.1 Fibra Sintética	73
2.2.3.2 Fibra Natural	74
2.2.3.1.1. Viruta de cuero	75
2.2.4. PAVIMENTOS RÍGIDOS	75
2.2.2.1 TIPOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	76
2.2.2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO	77
2.2.2.3 PROCESO DE CORTE Y SELLADO DE JUNTAS:	78
2.2.2.4 DISEÑO DE PAVIMENTOS	81
2.2.2.4.1 ETAPAS DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS:	81
2.2.2.5 FUNCIONES Y COMPONENTES DEL PAVIMENTO:	83
2.3. Definición de términos:	85
2.4. Hipótesis	86
2.4.1. Hipótesis general	86
2.4.2. Hipótesis específicas	87
2.5. Variables	87
2.5.1. Definición conceptual de la variable	87
2.5.2. Definición operacional de la variable	88
2.5.3. Operacionalización de la variable	88
CAPITULO III	90
METODOLOGÍA	90
3.1. Método de investigación	90
3.2. Tipo de investigación	90
3.3. Nivel de investigación	91

3.4. Diseño de investigación	91
3.5. Población y muestra	92
3.5.1. Población	92
3.5.2. Muestra	93
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	93
3.6.1. Técnicas	93
3.7. Procesamiento de la información	115
3.8. Técnicas y análisis de datos	116
CAPÍTULO IV	117
RESULTADOS	117
4.1. Generalidades	117
4.2. Propiedades físicas del concreto: asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario	118
4.2.1. Asentamiento del concreto en estado fresco	118
4.2.2. Temperatura del concreto	121
4.2.3. Contenido de aire	123
4.2.4. Peso unitario	124
4.3. Resistencia a la compresión del concreto con la adición de viruta de cuero vacuno	134
4.4. Resistencia a la flexotracción del concreto elaborado con viruta de cuero vacuno	160
4.5. Diseño de pavimento rígido por la metodología AASTHO 1993	164
CAPÍTULO V	180
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	180
CONCLUSIONES	186
RECOMENDACIONES	187
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	188
ANEXOS	191
Anexo 01: Matriz de consistencia	192
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	195
Anexo 03: Ensayos del laboratorio	197
	KZ

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Asentamientos recomendados</i>	38
Tabla 2: <i>Criterios de aceptación de las temperaturas</i>	45
Tabla 3: <i>Factores que influyen en la resistencia del concreto</i>	46
Tabla 4: <i>Composición química del cemento</i>	50
Tabla 5: <i>Límites permisibles de sales y sustancia presentes en el agua</i>	53
Tabla 6: <i>Granulometría del agregado fino</i>	57
Tabla 7: <i>Límites de sustancias deletéreas en el agregado grueso.</i>	70
Tabla 8: <i>Operacionalización de las variables</i>	89
Tabla 9: <i>Diseño de la investigación</i>	92
Tabla 10: <i>Asentamiento del concreto obtenido.</i>	119
Tabla 11: <i>Temperatura del Concreto Fresco</i>	121
Tabla 12: <i>Contenido de aire</i>	123
Tabla 13: <i>Peso unitario del concreto (edad de 3 días)</i>	125
Tabla 14: <i>Peso unitario del concreto (edad de 7 días)</i>	127
Tabla 15: <i>Peso unitario del concreto (edad de 14 días)</i>	129
Tabla 16: <i>Peso unitario del concreto (edad de 21 días)</i>	131
Tabla 17: <i>Peso unitario del concreto (edad de 28 días)</i>	133
Tabla 18: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – Muestra patrón</i>	136
Tabla 19: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 0.5%</i>	139
Tabla 20: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 1%</i>	142
Tabla 21: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 1.5%</i>	145
Tabla 22: <i>Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 2%</i>	148
Tabla 23: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 3 días.</i>	151
Tabla 24: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.</i>	152
Tabla 25: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.</i>	154
Tabla 26: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.</i>	155
Tabla 27: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.</i>	157
Tabla 28: <i>Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño.</i>	158
Tabla 29: <i>Resistencia a la flexotracción (módulo de rotura).</i>	161
	X

Tabla 30: <i>Cumplimento Mr de la Norma CE.010.</i>	163
Tabla 31: <i>Diseño pavimento rígido (AASTHO 93) para concreto sin adición de la fibra de origen animal</i>	166
Tabla 32: <i>Diseño pavimento rígido (AASTHO 93) para concreto con adición de 0.5% de fibra de origen animal</i>	172

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Vías sin pavimentar en Huancayo	19
<i>Figura 2:</i> Materiales para el concreto	35
<i>Figura 3:</i> Ubicación de la población investigada	93
<i>Figura 4:</i> Ensayo de resistencia a la compresión.	111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Comparativo de asentamientos obtenidos</i>	120
Gráfico 2: <i>Comparativo de resultados de temperatura en el concreto</i>	122
Gráfico 3: <i>Comparativo de resultados de contenido de aire</i>	124
Gráfico 4: <i>Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 3 días)</i>	126
Gráfico 5: <i>Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 7 días)</i>	128
Gráfico 6: <i>Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 14 días)</i>	130
Gráfico 7: <i>Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 21 días)</i>	132
Gráfico 8: <i>Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 28 días)</i>	134
Gráfico 9: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (muestra patrón)</i>	137
Gráfico 10: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (muestra patrón)</i>	138
Gráfico 11: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (0.5%)</i>	140
Gráfico 12: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (0.5%)</i>	141
Gráfico 13: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (1%)</i>	143
Gráfico 14: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (1%)</i>	144
Gráfico 15: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (1.5%)</i>	146
Gráfico 16: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (1.5%)</i>	147
Gráfico 17: <i>Evolución de la resistencia a la compresión (2%)</i>	149
Gráfico 18: <i>Comparativo de resultados de resistencia a la compresión (2%)</i>	150
Gráfico 19: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 3 días.</i>	151
Gráfico 20: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.</i>	153
Gráfico 21: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.</i>	154
Gráfico 22: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.</i>	156
Gráfico 23: <i>Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.</i>	157
Gráfico 24: <i>Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño.</i>	159
Gráfico 25: <i>Resistencia a la flexotracción a los 28 días.</i>	162
Gráfico 26: <i>Cumplimiento M_r de la Norma CE.010.</i>	163
Gráfico 27: <i>Comparativo de espesores de losa</i>	178
Gráfico 28: <i>Reducción del espesor del pavimento rígido</i>	179

RESUMEN

El problema general planteado fue: “¿Cuál es el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal para el concreto de pavimentos rígidos?”, el objetivo general fue: “Determinar el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal para el concreto de pavimentos rígidos” y la hipótesis general fue: “El resultado es que la fibra de origen animal modifica las propiedades físicas, incrementa los valores de las propiedades mecánicas y reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico”.

El método general fue “el científico”, el tipo de investigación fue “aplicada”, el nivel fue “explicativo” y el diseño fue “cuasi experimental”. La población correspondió a 75 probetas cilíndricas de concreto que lo conforman el concreto sin la adición de la fibra de origen animal y el concreto con adición de la fibra, mientras que la muestra es del tipo no probabilístico o dirigido, censal y fue conformada por toda la población.

La conclusión es que, en base a los resultados obtenidos se determina que la fibra de origen animal (viruta de cuero vacuno) puede ser utilizada como aditivo en el concreto para pavimentos rígidos ya que, la adición al 0.5% de la fibra genera beneficios, como la reducción del espesor de la losa de concreto hidráulico.

Palabras claves: **Fibra Animal, Cuero de vacuno, concreto para pavimentos rígidos.**

ABSTRACT

The general problem posed was: "What is the result of the application of the fiber of animal origin for the concrete of rigid pavements?", the general objective was: "Determine the result of the application of the fiber of animal origin for the concrete of rigid pavements" and the general hypothesis was: "The result is that the fiber of animal origin modifies the physical properties, increases the values of the mechanical properties and reduces the thickness of the hydraulic concrete slab".

The general method was "scientific", the type of research was "applied", the level was "explanatory" and the design was "quasi-experimental". The population corresponded to 75 cylindrical concrete specimens that make up the concrete without the addition of fiber of animal origin and the concrete with the addition of fiber, while the sample is of the non-probabilistic or directed, census type and was made up of all the population.

The conclusion is that, based on the results obtained, it is determined that the fiber of animal origin (cow leather shavings) can be used as an additive in concrete for rigid pavements, since the addition of 0.5% of the fiber generates benefits, such as the reduction of the thickness of the hydraulic concrete slab.

Keywords: Animal fiber, cowhide, concrete for rigid pavements.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación que lleva por nombre: “APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS”; pretende dar a conocer una nueva metodología para la preparación del concreto para pavimentos rígidos, empleando la fibra de origen animal conformada por el desperdicio o viruta de cuero vacuno que producen las diferentes curtiembres de la ciudad, ya que, estos desperdicios generan “grandes cantidades de residuos sólidos que contienen sustancias químicas como el cromo que bajo condiciones inadecuadas de manejo y de disposición resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud de las personas. Entre estos residuos sólidos se encuentran las virutas de cuero, que se generan en el proceso de rebajado de las pieles que se realiza para que las pieles alcancen un grosor determinado”.

En ese sentido se considera, para el desarrollo de la investigación, los siguientes capítulos:

El Capítulo I: “Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específico”.

El Capítulo II: “Marco teórico, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables”.

El Capítulo III: “Metodología, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra,

técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos”.

El Capítulo IV: “Resultados, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis”.

El Capítulo V: “Discusión de resultados, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación frente a los antecedentes utilizados”.

En la parte final, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Tal como señala Capone (2013): “Al hablar de infraestructura vial, se debe tener conciencia de la importancia de consolidar una red vial estructurante que facilite la comunicación intrarregional; vale decir, el contacto con otras regiones y con mercados proveedores y de consumidores, no tan sólo en nuestro país, sino que incluso con nuestros hermanos vecinos”.

Asimismo, LBAP (2020) indica que: “Contar con calles y otros espacios pavimentados es crucial para el desarrollo de las ciudades o poblaciones. El pavimento permite la accesibilidad y movilidad de dichas zonas, que se traduce a beneficios como un mayor flujo de mercancías, visitantes, nuevas actividades de comercio y la generación de más recursos económicos”, así como también manifiesta que: “No puede haber infraestructura vial sin pavimentación, es imposible. Por esta razón es que la construcción y obras civiles toman relevancia; deben ser de primer nivel, con materiales de calidad y brindar a las vías terrestres el mantenimiento necesario para contribuir en su buen estado. Todo ello en beneficio de los usuarios y que tengan un mejor estilo de vida”.

En ese sentido, podemos señalar que las obras viales son muy importantes para el desarrollo de las naciones, en ese sentido, año tras año se destinan recursos económicos para la generación y construcción de este tipo de proyectos, la ciudad de Huancayo, Junín, no es ajena a esta situación, teniéndose mayormente la elaboración y ejecución de proyectos viales, tanto en carreteras como en vías urbanas, a través de pavimentaciones, tanto flexibles como rígidas.

Es así que, como indica el diagnóstico realizado para la elaboración del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huancayo para los años 2015 al 2025, la mayoría de vías cuenta con un pavimento, tal como se puede apreciar en la figura siguiente:

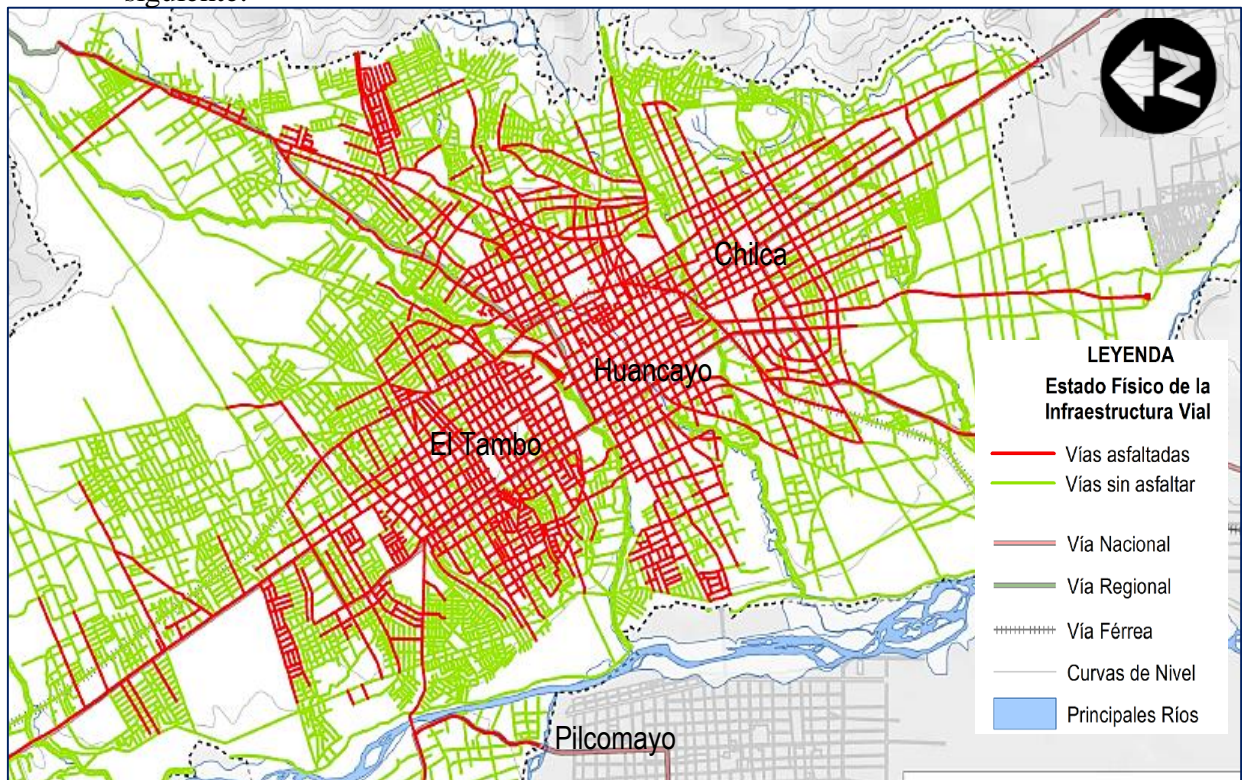


Figura 1: Vías sin pavimentar en Huancayo

Fuente: Diagnóstico Plan de Desarrollo Urbano Huancayo (2015).

Tal como se aprecia en la figura anterior, en color rojo vemos las vías urbanas que actualmente se encuentran pavimentadas dentro del Huancayo urbano, y en color

verde podemos apreciar las vías urbanas que aún no cuentan con una pavimentación, sea rígida o flexible, las cuales son alrededor del 40% del total de calles urbanas, por lo que, a fecha actual, aún se tienen muchas vías que requerirán de alguna solución de pavimentos.

Por otro lado, las vías que cuentan con algún tipo de pavimentación, requieren de un adecuado programa de mantenimiento, de acuerdo a la tecnología empleada en la pavimentación, sabiéndose que los pavimentos flexibles requieren de mayores acciones de mantenimiento, con costos considerablemente mayores, comparados a los pavimentos rígidos. Estos programas de mantenimiento deben estar a cargo de las municipalidades, las cuales no siempre muestran una disposición a realizar acciones de mantenimiento preventivo, llamándole mantenimiento a la reparación o colocación de “parches” en baches o huecos dentro de las calzadas de las vías, es decir se hacen trabajos de reparación más no de prevención.

En ese sentido, en los años recientes, en la ciudad de Huancayo, a fin de generar el desarrollo de la provincia, se vienen ejecutando proyectos de pavimentaciones en vías urbanas, la metodología que viene predominando en los últimos años, es la pavimentación rígida, ya que esta ofrece como ventajas como evitar las interrupciones del tráfico al requerir menores trabajos de reparación y/o mantenimiento, tiene aproximadamente de 20% a 30% mayor iluminancia que los pavimentos flexibles con asfalto, genera menor calor, es más resistente que el asfalto al ataque de hidrocarburos, es más resistente al fuego, es más amigable en lo referente al tema ambiental, deja una menor huella de carbono, el consumo de combustible de los vehículos al transitar es menor, en un 4% aproximadamente, según indica el MIT,

genera una mejora adherencia bajo la lluvia (hidroplaning), así como posee una mejor estabilidad del IRI.

Es por eso que la presente investigación buscó proporcionar a la ingeniería local de una metodología a fin de realizar la preparación del concreto para pavimentos rígidos, empleando la fibra de origen animal conformada por el desperdicio o viruta de cuero vacuno que producen las diferentes curtiembres de la ciudad, ya que, tal como indica Citeccal (2018): “Las curtiembres generan grandes cantidades de residuos sólidos que contienen sustancias químicas como el cromo que bajo condiciones inadecuadas de manejo y de disposición resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud de las personas. Entre estos residuos sólidos se encuentran las virutas de cuero, que se generan en el proceso de rebajado de las pieles que se realiza para que las pieles alcancen un grosor determinado”. Ante este escenario, la presente investigación aplicará este nuevo procedimiento de preparación de concreto, utilizando los parámetros encontrados en este material para su utilización en pavimentos rígidos diseñados por el método AASHTO 93.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

“¿Cuál es el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal para el concreto de pavimentos rígidos?”

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Qué resultado obtenemos al utilizar la fibra de origen animal en el asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto del concreto?
2. ¿Cuál es el resultado de aplicar la fibra de origen animal en las propiedades mecánicas del concreto?
3. ¿En qué medida la aplicación de la fibra de origen animal incide en el diseño de pavimento rígido AASHTO 93?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

Tal como se señala a continuación, en referencia a la justificación práctica o social es: “La justificación práctica existe cuando se aporta información útil que puede resolver problemas de la ingeniería de transportes, en todos sus ámbitos, evitar consecuencias negativas, prevenir, corregir errores, reducir costos, mejorar la eficacia, mejorar la eficiencia, información útil para resolver problemas de gestión empresarial cotidianos o latentes, entre otros”. (Ccanto, 2010, p. 130)

Debido a estas razones, la presente investigación aporta un conocimiento nuevo y útil para las pavimentaciones rígidas en vías urbanas del distrito de Pilcomayo, Huancayo, las cuales tendrán una calidad adecuada para la población, así como se contribuye en el tema de reciclado de la viruta del cuero, contribuyendo a un menor impacto ambiental para la población local.

1.3.2. Científica o teórica

La justificación teórica: “existe cuando se aporta un nuevo conocimiento científico, nuevos conceptos, nuevas teorías, nuevas formas de entender los problemas de la ingeniería de transportes, adaptaciones teóricas a nuevos contextos, entender problemas viejos con nuevas formas creativas, ampliar conceptos o corregir ambigüedades en la teoría, nuevas aplicaciones de conceptos y teorías a otras realidades, etc”. (Ccanto, 2010, p. 130)

Por estas razones, la investigación aporta información propia de la zona, acerca de los parámetros para reutilizar la viruta de cuero en la preparación de concreto utilizando esta fibra animal, con el objetivo de ser utilizado en pavimentos rígidos que se den en el distrito de Pilcomayo, con características propias.

1.3.3. Metodológica

Se aporta con una metodología nueva para la utilización de viruta de cuero animal en el concreto hidráulico para pavimentos rígidos de vías urbanas en el distrito de Pilcomayo, a fin de que sea replicada en el ámbito local.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La delimitación espacial se dio a lugar en el Jr. Mariscal Cáceres del distrito de Pilcomayo, de la provincia de Huancayo, en la cual no se cuenta con una pavimentación rígida y se aplicará el diseño de

pavimentos rígidos incluyendo los parámetros del concreto con fibra animal.

1.4.2. Temporal

La realización de toda la investigación fue realizada desde el mes de octubre del 2021 hasta el mes de diciembre del 2021.

1.4.3. Económica

El costeo de la investigación fue asumido al 100% por el investigador.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitaciones por el Covid-19

Durante la ejecución de las labores de investigación se dieron demoras y contratiempos, debido a la coyuntura de la pandemia por la Covid-19 y la restricción social y toques de queda, para la adquisición de materiales y la ejecución de los ensayos de laboratorio.

1.5.2. Limitaciones económicas

Ya que los costos fueron asumidos por el investigador, hubo limitaciones en cuanto al número de probetas realizadas, dejándose de lado las roturas para compresión a los 3 días de edad del concreto.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

“Determinar el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal para el concreto de pavimentos rígidos”.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Establecer el resultado que obtenemos al utilizar la fibra de origen animal en el asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto del concreto.
2. Analizar el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal en las propiedades mecánicas del concreto.
3. Identificar en qué medida la aplicación de la fibra de origen animal incide en el diseño de pavimento rígido AASHTO 93.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Castagne (2013) en su tesis “ES CONVENIENTE REFORZAR EL CONCRETO CON VIRUTA DE CUERO, EN LIMA” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma - Lima, considera como objetivo general: “Determinar en qué medida un concreto estándar adicionado con viruta de cuero puede remplazar al concreto de fibras sintéticas para reducir la fisuración en losas y que sea una alternativa económica.”, asimismo, plantea como problemática que: “Como sabemos la industria de aditivos y fibras sintéticas (fibras de acero, de Nylon o polipropileno) tienen tiempo en el mercado mejorando la resistencia al desgaste y durabilidad del concreto. Avances en investigación y tecnología han demostrado que las fibras sintéticas son viables para inhibir las fisuras causadas por la contracción plástica, obteniéndose óptimos diseños para concreto realizados con

fibras, pero su aplicación comercial aún está limitada debido a que estas fibras incrementan un poco el costo. Un concreto que use fibras naturales podría ser barato y además no tendría un impacto ambiental.”, así como llega como conclusiones principales: “La incorporación de fibras en el concreto disminuye el asentamiento haciendo el concreto menos trabajable, Al incrementar la dosis de fibras naturales y fibras sintéticas aumenta los contenidos de aire, debido a que la fibra forma una red interna atrapando más aire. Para una $f'c=210\text{kg/cm}^2$, la fibra natural de origen animal (Viruta de cuero) inhibe la fisuración por contracción plástica hasta en un 51% para la dosis de 900 g/m^3 . Para una $f'c=280\text{kg/cm}^2$, la fibra natural de origen animal (Viruta de cuero) inhibe la figuración por contracción plástica hasta en un 79% para la dosis de 900 g/m^3 . La resistencia a la flexión de los especímenes cilíndricos reforzados con fibra sintética y los especímenes reforzados con fibra de origen animal demostró que ambas incrementan ligeramente la resistencia a la flexión a medida que las dosificaciones se aumentan con respecto al patrón, tanto para $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, $f'c=280\text{ kg/cm}^2$. La fibra de origen animal resultó ser más económica que la fibra sintética y esto se debe a que las virutas de cuero se encuentran como desperdicio de los centros de curtiembre. Además, no fueron tratadas químicamente, lo cual incrementaría el costo.”

Becerra (2013), para optar el grado de Grado de Master en Ingeniería Civil en la Universidad de Piura, elaboró la tesis titulada: "COMPARACIÓN TÉCNICA–ECONÓMICA DE LAS

ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE Y RÍGIDA A NIVEL DE COSTO DE INVERSIÓN”, indica que: “en los últimos tiempos en los países desarrollados el concreto hidráulico se ha utilizado considerablemente para la construcción de carreteras, sin embargo esto no ha sucedido en el Perú, donde solo se ha utilizado en vías departamentales y urbanas, todo esto debido a limitaciones y tecnologías obsoletas en la construcción de pavimentos de concreto hidráulico, esta situación no ha permitido competir a los pavimentos de concreto, ni técnica ni económicamente con los pavimentos flexibles, asimismo el autor concluye que cuando las subrasantes presentan valores de CBR bajos, la metodología AASHTO 93 castiga a los espesores de diseño tanto de los pavimentos flexibles como de los pavimentos rígidos”.

Rodríguez Et Al (2016), para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú realizaron la tesis titulada: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DEBIDO A FALLAS ESTRUCTURALES", indica que: “se tienen muchos avances en la construcción en las últimas décadas y que los pavimentos de concreto han adquirido mayor preponderancia en los proyectos de vías, sin embargo en nuestro país, no existen estudios adecuados respecto a los pavimentos rígidos tanto en su diseño como comportamiento, no conociéndose las causas de sus problemas ni soluciones, lo que genera desconfianza en el uso de esta tecnología. Por lo que se hace muy necesario realizar estudios

a fin de que el uso de pavimentos rígidos sea más eficiente a lo largo de su vida de servicio generando más confiabilidad en su utilización dentro del Perú, ampliando su mercado mediante el estudio de su comportamiento debido a fallas estructurales, generando soluciones cómodas y técnicamente confiables”.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Terreros y Carbajal (2016) señalan a través de su investigación titulada “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL ADICIONANDO FIBRA DE CÁÑAMO”, que: “Tiene como fin determinar y analizar las propiedades mecánicas (compresión y flexión) de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo; siguiendo un método experimental fundamentado en la realización de ensayos y pruebas de laboratorio para comparar los concretos en estudio, la idea fundamental es conocer, comprender, evaluar y analizar la viabilidad del concreto con fibra de cáñamo. Para dicha evaluación se elaboraron 12 especímenes cilíndricos, 6 con fibra de cáñamo y 6 normales con el fin de obtener la resistencia a la compresión a los 7 días, 14 días y 28 días, igualmente se elaboraron 2 viguetas adicionando fibra de cáñamo para determinar la resistencia a la flexión a los 28 días; todo siguiendo la norma I.N.V. E sección 400 Concreto Hidráulico. Para la preparación de las matrices cementicias se utilizó cemento Portland Tipo 1 de la empresa CEMEX Colombia agregados finos y gruesos de la empresa Concescol S.A. del río Coello

agua potable para consumo humano; cal hidratada de proveedor local y cáñamo industrial de proveedor local. Como resultado de los ensayos, se analizó y concluyó que la adherencia entre los materiales y la fibra, generaron una mayor resistencia a la flexión y una resistencia al agrietamiento sin pérdida de material al momento de la rotura; representado una alternativa de desarrollo en el sector de la construcción, como material sostenible”. Las conclusiones también indican que: “Basados en las fuentes de información, la fibra de cáñamo se utilizó en unas condiciones específicas, adicionando el 1% de fibra del peso total del concreto para cada uno de los ensayos, con una longitud de 4 cm a 5 cm por cada hilo, tratada con cal hidratada para evitar corrosión de la fibra causada por la alcalinidad del concreto y distribuida aleatoriamente en toda la mezcla para generar homogeneidad”. “En el proceso de mezclado la trabajabilidad del concreto con fibra fue más difícil que la del concreto normal, pues es necesario aglutinar eficazmente la fibra, sin embargo, el grado de fluidez de los dos concretos con base al ensayo de asentamiento fue de 40 mm (1½”) y los dos presentaron exudación notoria pero no en una alta tasa”. “Por lo tanto, se afirma que la fibra genera mayor esfuerzo manual en el proceso de mezclado. Por medio de un diseño de mezcla elaborado a partir del método de peso y volumen absoluto, utilizando los datos suministrados de la empresa CEMEX Colombia S.A. y Concretoscol S.A, se logró con precisión la resistencia a la compresión esperada a los 28 días. En los primeros 7 días el concreto con fibra de cáñamo supero la

resistencia del concreto normal con un 78.75% de la resistencia esperada y con una diferencia promedio entre los dos concretos de 120 psi; a los 14 días la tendencia se mantuvo, el concreto con fibra de cáñamo soporto mayor carga axial y a los 28 días el concreto con fibra presento una tendencia totalmente diferente, pues se esperaba que este superara la resistencia de 4000 psi, donde igualo la resistencia alcanzada del concreto normal, donde el concreto normal llego con una resistencia de 100.34% y el concreto con fibra llego a un 100.49%, frente a la resistencia calculada en el diseño de mezcla”.

Castro (2016) indica en su tesis “Las Fibras De Vidrio, Acero Y Polipropileno En Forma De Hilachas, Aplicadas Como Fibras De Refuerzo En La Elaboración De Morteros De Cemento.”, como objetivo: “analizar el comportamiento de los morteros de cemento añadiendo fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, utilizados para unir mampostería. Además de Realizar un análisis de la muestra con mortero y fibra de refuerzo que presente las mejores características y compararlo con una muestra de mortero tradicional. Posteriormente estableció las cantidades de cada dosificación en función a los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio y la resistencia mínima a la compresión a los 28 días según lo determinado en la Sección 7 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC 2015. A partir de estas dosificaciones se elaboraron muestras de mortero con 0,5% y 1,0% de fibra en relación a la suma del peso del cemento y arena que componen el

mortero, con lo que se determinó experimentalmente la resistencia real del mortero según lo establecido en la norma ASTM C109, resistencia de prismas de mampostería según lo dispuesto en la Sección 7 de la norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 y resistencia de adherencia tomando como referencia lo establecido en la Norma ASTM C952”. En su metodología utilizó el nivel de investigación exploratorio debido a que su tesis ha tenido poca investigación y descriptivo ya que al ser incorporado el porcentaje de las fibras le da resultados con mejores características que podrán utilizarse en futuras obras civiles. En el nivel de investigación utilizó la investigación experimental debido a que se necesita ejecutar ensayos de compresión en diversas probetas. En la cual el autor concluye que “la incorporación de la fibra de acero al mortero de la dosificación No.1 y No.2 en un porcentaje de 0,5% y 1,0% causó un incremento en la resistencia a la compresión real del mortero, resistencia a la compresión de prismas de mampostería, pero disminuyó la resistencia de adherencia, en comparación con las resistencias de los morteros tradicionales y los morteros con fibra de vidrio y polipropileno. Además, en estado fresco precisa que la fibra de polipropileno ha demostrado mantener trabajabilidad al momento de realizar la mezcla de los materiales en comparación con la fibra de vidrio y acero las mismas que presentaron dificultad. Por lo que el autor recomienda que al realizar la mezcla se incorpore por partes la cantidad de agua con la finalidad de una mejor distribución de las fibras”.

Aguado y De La Fuente (2015) en su tesis para obtener el grado de Doctor: “Características Estructurales Del Hormigón Con Árido Reciclado Mixto Reforzado Con Fibras” nos menciona como uno de sus objetivos principales: “Validar el uso estructural de los hormigones fabricados con un 100 % de la fracción gruesa por árido reciclado mixto. Así mismo presenta un objetivo secundario de: Analizar la incidencia de las fibras de acero sobre la consistencia del hormigón en estado fresco”. Respecto a la metodología utilizada para hormigones convencionales, trató previamente los áridos reciclados, a fin de evitar que absorban parte del agua destinada a la hidratación del cemento, y así tener controlada la relación agua/cemento efectivo. Para ello, “se plantea una extensa labor experimental, compuesta por dos campañas experimentales (una en la planta de hormigonado y otra a nivel de laboratorio), complementada con una prueba piloto”. “Dicha prueba piloto, enmarcada en la construcción de un aparcamiento subterráneo en la C/Badajoz de Barcelona, consistió en la ejecución de seis pantallas de sostenimiento ejecutadas por bataches, fabricadas con otras tantas dosificaciones de hormigón con árido reciclado mixto. Además, dadas las habituales dificultades de puesta en obra que plantean este tipo de elementos, se decidió dotar a la mezcla de dos aspectos adicionales: la autocompactabilidad e incorporar fibras de acero”. “Los resultados obtenidos en ambas aplicaciones son satisfactorios, abriendo nuevas perspectivas más prometedoras a este tipo de hormigones. En la cual llego a la conclusión de que la consistencia del hormigón en

estado fresco satisface los requisitos de autocompatibilidad. Ello permite rellenar por completo el molde metálico sin necesidad de realizar el vibrado. Y en estado endurecido concluyo que las resistencias a compresión y flexión obtenida 45 MPa y 6,2 MPa a los 28 días respectivamente, son suficientemente elevadas para la aplicación estudiada, el autor asegura que se ha conseguido establecer un sistema de fabricación adecuado para los hormigones autocompactantes con árido reciclado y fibras de acero”.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Concreto

“El concreto es la combinación de los siguientes materiales; cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones apropiadas para conseguir ciertas propiedades prefijadas, fundamentalmente la resistencia. El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto según lo indica”. (Abanto, 2009, p.11) en su tema “Tecnología del Concreto”.

A. Componentes del concreto

- ✓ “cemento
- ✓ agua
- ✓ aditivo

- ✓ agregado fino: arena
- ✓ agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos". (Abanto,2008, p.12)

COMPONENTES PARA DOSIFICAR EL CONCRETO

MATERIALES



HERRAMIENTAS Y EQUIPOS



Figura 2: Materiales para el concreto

recuperado de <https://emilianobzr.wordpress.com/2016/09/20/concreto/>

Por lo tanto, al mezclar estos componentes se obtiene:

Cemento + agua = pasta

agregado grueso+ agregado fino = hormigón

pasta + hormigón = concreto.

Las fases primordiales para la elaboración de un buen concreto son:

- a. Dosificación
- b. Mezclado
- c. Transporte
- d. Colocación
- e. Consolidación
- f. Curado (ACI 318S-08, 2008, pp. 67-84).

B. Propiedades del concreto

- Trabajabilidad

(Portugal,2007, p. 199) señala que “la trabajabilidad se puede definir mejor como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación total”, “esta definición originada del supuesto que solo la fricción interna (esfuerzo de fluencia), es una propiedad intrínseca de la mezcla nos brinda una aproximación cuantitativa de la trabajabilidad, sin embargo, define un estado ideal de compactación”. De esta manera llegaron a la conclusión, “la trabajabilidad se puede definir como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación adecuada de la mezcla”.

Hasta hoy en día no se ha encontrado la forma de medir esta propiedad, comúnmente se estima mediante los ensayos de consistencia. Es imprescindible indicar que el principal factor que rige en la trabajabilidad es “la cantidad de agua en la mezcla de concreto”.

- Consistencia

“La consistencia es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma”; concluyendo que: “a mayor humedad en la mezcla mayor será la facilidad

con la que el concreto fluirá durante la colocación”. (Riva, 2009, p.208)

Ensayo de consistencia del concreto

“El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o "slump test", es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, desarrollada por Duft Abrams; fue adoptada en 1921 por el AS1M y revisada finalmente en 1978. El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldeado, el comportamiento del concreto en la prueba indica su "consistencia" la capacidad de adaptarse al encofrado con facilidad”. (Abanto, 2009, p.47)

Procedimiento de ensayo

“El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente”. (Abanto, 2009, p.48)

“En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior. La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al

término de la consolidación. (Lleno) enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical”. (Abanto, 2009, p.48)

“El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina slump. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos”.

Tabla 1: *Asentamientos recomendados*

Tipo de Estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losa y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Notas:

1. El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación a/c ni exista segregación ni exudación.
2. El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.

Fuente: Vizconde (2013)

- **Peso unitario**

Se define como: “densidad del concreto a la relación de volumen de solidos al volumen total de una unidad cubica.

Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido, el peso unitario del concreto es el varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cubico” (Riva, 2009, p.213)

“Con agregados de alta porosidad el peso unitario puede variar si la absorción ha sido satisfecha. Las variaciones en las propiedades del concreto pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto en forma diferente. Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad del mismo”. (Riva, 2009, p.213).

“El peso unitario de los concretos livianos, preparados ya sea con un agregado grueso natural o artificial de baja gravedad específica puede estar en valores de 480 a 1600 kg/m³. El peso unitario de los concretos pesados preparados ya sea con agregado grueso natural o artificial de alta gravedad específica, puede elevarse a los 5000 kg/cm³”. (Riva, 2009, p.213)

Según (NTP 339.046, 2014) “el ensayo abarca la determinación de la densidad del concreto en estado fresco, se halló dividiendo la masa neta del concreto sobre el volumen del molde, la masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío de la masa del molde lleno de concreto”.

Aparatos

- “Balanza con una exactitud de 0.1 lb (45 gr) o dentro del 0.3 % de la carga de prueba”. (NTP 339.046, 2014)
- “Varilla recta de acero 5/8” (16 mm) de diámetro aproximadamente 24 pulgadas (600 mm) de longitud, el final de la barra termina en una punta redondeada hemisférica cuyo diámetro es de 5/8 pulgadas”. (NTP 339.046, 2014)
- “Molde cilíndrico de acero u otro metal, de capacidad de 1/3 de pie cubico”. (NTP 339.046, 2014)
- “Maso de goma”. (NTP 339.046, 2014)

Procedimiento

“Selección de la muestra a ensayar, posteriormente se selecciona el tamaño del molde según el tamaño máximo nominal, la cual es de 1/3 de pie³ y a continuación se determina la masa del molde vacío”. (NTP 339.046, 2014)

“Se coloca el concreto dentro del recipiente en tres capas aproximadamente de igual volumen se compacta cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral, compactamos la segunda y tercera capa en todo su espesor, ingresando 1” (25 mm) en la capa anterior”. (NTP 339.046, 2014)

“Al terminar de compactar cada capa, se golpea firmemente 12 veces en forma de cruz, para llenar los vacíos y

eliminar las burbujas de aire, enrasamos el molde, retirando el material sobrante en la última capa, limpiamos el material sobrante alrededor del molde y determinamos la masa del molde más el concreto”. (NTP 339.046, 2014)

Contenido de aire

“Una cantidad significativa de material que pase la N° 200 (74 μm), especialmente en la forma arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporador de aire para obtener los mismos resultados”. (Riva, 2009, p.212)

“El incremento de los tamaños menores del n°100 o n°200 en el agregado fino requiere un aumento en el dosaje del aditivo incorporados de aire para obtener el contenido de aire requerido y producir burbujas pequeñas y un mejor sistema aire-vacíos con un bajo factor de espaciamiento. Inversamente, un incremento de material en las mallas n°30 a n°50 deberá disminuir la cantidad de aditivo incorporador de aire para obtener e mismo contenido de aire” (Riva, 2009, p.213).

“La angularidad de la arena no ha demostrado tener un efecto significativo sobre el dosaje de aditivo necesario en contenidos de aire menores del 8%. Así los aditivos reductores de aire son especialmente empleados para obtener concretos

sin el aire incorporado debido a la presencia de materia orgánica”. (Riva, 2009, p.213).

Según la (NTP 339.088, 2014) “establece un método de ensayo para determinar el contenido de aire del hormigón fresco elaborado con agregado ligero, escorias y cualquier otro tipo de agregado poroso”.

Equipo

- “Medidor de aire
- Embudo
- Varilla de apisonamiento redonda de acero de unos 5/8”
- Barra enrasadora (NTP 339.088, 2014)
- Recipiente de medición para el alcohol isopropilo
- Recipiente para el trasvase del agua
- Cuchara (NTP 339.088, 2014)
- Mazo” (NTP 339.088, 2014).

Procedimiento

“Varillando y golpeando suavemente mientras se llena el recipiente recién mezclado en dos capas de igual profundidad, varillar la capa 25 veces de manera uniforme, después de varillar dar unos golpes con el mazo alrededor del recipiente de 10 a 15 veces”. (NTP 339.088, 2014)

“Enrasar el exceso de concreto hasta que la superficie este nivelada con la parte superior de concreto añadir agua y por lo menos 0.5 litros si en algún momento, durante los procedimientos de inversión y rolado se encontrara que se está perdiendo liquido del medidor, el ensayo se invalidar y se deberá a comenzar un nuevo ensayo”. (NTP 339.088, 2014)

“Confirmación de la lectura inicial del medidor, realizar los cálculos necesarios”. (NTP 339.088, 2014)

- **Exudación (teoría referencial)**

“Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos Este fenómeno se presenta después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado. Puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación. Puede ser perjudicial para el concreto, pues como consecuencia puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua-cemento en esta zona”. (Abanto, 2009, p.54)

Volumen total exudado (teoría referencial)

“Es el volumen total de agua que aparece en la superficie del concreto. Existen 2 formas de expresar la exudación”. (Abanto, 2009, p.55)

- ✓ Por unidad de área:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área de la superficie libre del concreto}}$$

Las unidades a utilizar son milímetros por centímetros cuadrados (ml/cm²).

- ✓ En porcentaje:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Vol. de agua de mezcla en el molde}} * 100$$

El peso del agua en el molde se halla de la siguiente manera:

$$\text{Vol. de agua en molde} = \frac{\text{peso del concreto en el molde}}{\text{peso total de la tanda}} * \text{Vol. de agua en la tanda}$$

- **Temperatura**

Según la (NTP 339.184, 2012) nos menciona que “su objetivo de determinar la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados”.

“Debemos tener en cuenta que la temperatura en el concreto varía de acuerdo al calor liberado de la hidratación del cemento la energía que produce cada componente y del medio ambiente”.

Tabla 2: Criterios de aceptación de las temperaturas

Descripción		Criterio de aceptación NTP 339.114				
Clima frío	T° mínima	Sección mm	<300	300 - 900	900 - 1800	>1800
		°C	13	10	7	5
Clima cálido	T° máxima	T= más baja posible. Si T=32 °C se puede encontrar dificultades				

Fuente: (NTP 339.114, 2014)

“La medición de la temperatura se realiza en un recipiente no absorbente, que debe permitir de al menos 3” (75mm) en todas direcciones o por lo menos 3 veces el TM del agregado y se debe elegir el mayor” (NTP 339.184, 2012)

- Resistencia

“La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura)”. (Abanto, 2009, p.50)

Algunos de los factores que actúan en la resistencia del concreto son:

Tabla 3: Factores que inciden sobre la resistencia del concreto

Parámetros del espécimen	- Dimensiones - Geometría - Estado de humedad
Agregados	- Porosidad - Resistencia - Adherencia
Porosidad de la matriz	- Relación a/c - Contenido de aire - Adiciones minerales - Grado de hidratación

Fuente: (Portugal 2007)

- Materiales utilizados para la elaboración de probetas de concreto

- “Moldes cilíndricos, cuya longitud es el doble de su diámetro (6" x 12").
- Barra compactadora de acero liso, de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud. La barra será terminada en forma semiesfera.
- Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería. • Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda”.

Según (NTP 339.034, 2014) “establece la determinación de las resistencias a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto en la cual se utiliza de equipo la máquina de ensayo de capacidad suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continua”.

Procedimiento de ensayo

“Los ensayos a compresión de probetas de curado húmedo serán hechos tan pronto como se practicó luego de retirarlos del almacenaje de humedad, los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente hasta el momento del ensayo”. (NTP 339.034, 2014)

“Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo, verificación del cero y asiento del bloque, velocidad de carga, aplicar carga continuamente y sin detenimiento”. (NTP 339.034, 2014)

“La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s finalmente proceder a con los cálculos respectivos”. (NTP 339.034, 2014)

C. Estados del concreto

- Estado fresco

(Riva,2012, p.205). “Al principio parece una masa. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así conserva durante la colocación y compactación. Algunas propiedades más importantes del concreto fresco son: Trabajabilidad, Consistencia, Peso unitario, Exudación, Contenido de aire”.

- Estado endurecido

(Neville y Brooks, 1998, p.322). “Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son”:

- “Resistencia”
- “Durabilidad”

“El concreto tiene desventajas como, por ejemplo, la frecuencia con la que el concreto se prepara en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es decir el control de calidad no es tan bueno. Para superar esta limitación se utiliza el acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno”. (Rivera, 2012, p.126).

2.2.1.1 Cemento Portland

“El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas”. (Abanto,2008, p.15).

“Las materias primas principales para la elaboración del cemento son:

- materiales calcáreos
- materiales arcillosos que contengan entre 60% - 70% de sílice
- minerales de hierro que suministran el óxido férrico
- yeso que aporta el sulfato de calcio”. (Torre, 2004, p.6)

Compuesto químico

Según (Torre, 2004 p.10) “Los componentes químicos del cemento Portland se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes. Los principales óxidos son: la cal, sílice, alúmina y el óxido férrico, siendo el total de éstos del 95% al 97%. En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia”.

“Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Portland los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos. Los principales compuestos que constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en menores cantidades, otros compuestos secundarios”. (Torre, 2004 p.10)

A continuación, se dará a conocer la composición y abreviatura de los cuatro componentes.

Tabla 4: *Composición química del cemento*

Nombre del componente	Composición oxida	Abreviatura
Silicato de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S
Silicato de bicalcio	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S
Aluminio de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Aluminio Ferrato	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

Fuente: (Torres, 2004)

Fabricación del cemento

Según Abanto (como citó en ASTM-C150, pp. 14) “El cemento Portland se fabrica de acuerdo al siguiente proceso:

- “Explotación de materias primas.
- Trituración y molienda de la materia prima.
- Homogeneización previa.
- Mezcla de los materiales en las proporciones correctas, para obtener el polvo crudo.
- Calcinación del polvo crudo.
- Molienda del producto calcinado, conocido como Clinker, junto con una pequeña cantidad de yeso.
- Enfriamiento.
- Mezcla.
- Molienda cemento.
- Almacenamiento del cemento”.

Clasificación del cemento portland

Según (NTP 334.009, 2005, p.5) “Los cementos Portland, se clasifican en 5 tipos”:

- “TIPO I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento (NTP 334.009, 2005, p.5)
- TIPO II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación (NTP 334.009, 2005, p.5)
- TIPO III: Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II (NTP 334.009, 2005, p.5)
- TIPO IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación
- TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar (NTP 334.009, 2005, p.5)”

2.2.1.2 Agua

(Riva,2012, p.254) “El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

- “La formación de gel”.
- “Permitir que el conjunto de masa adquiera las propiedades en”:
 - “En estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de las misma”. (Riva,2012, p.254)
 - “En estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas”. (Riva,2012, p.254)

“Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permite verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, o las que por experiencia se conozca que puedan ser utilizadas en la preparación del concreto”. (Riva,2012, p.254)

“Debe recordarse que no todos los guas que son adecuadas para beber son convenientes para e mezclado y que, igualmente, no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones que en las diferentes secciones se han de dar, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azucares”. (Riva,2012, p.254)

“Adicionalmente, el agua empleada no deberá contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el

fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, o sobre los elementos metálicos embebidos en este”. (Riva,2012, p.254)

“Previamente a su empleo, será necesario investigar y asegurarse que la fuente de provisión no esté sometida a influencias que puedan modificar su composición o característica con respecto a las conocidas que permitieron su empleo con resultados satisfactorios”. (Riva,2012, p.254).

A. Requisitos de calidad

El agua deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088

Tabla 5: *Límites permisibles de sales y sustancia presentes en el agua*

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: (NTP 339.088, 2014)

La norma (NTP 339.088, 2014, pp.13) “considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro d los siguientes límites”:

- a. “El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3 ppm).
- b. El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5 gr/l (5000 ppm).
- c. El pH estará comprendido entre 5.5 u 8.0.
- d. El contenido de sulfatos, expresado como ion SO_4 , será de menor de 0.6 gr/l (600 pm). **(NTP 339.088, 2014, pp.13).**
- e. El contenido de cloruros, expresada como ion Cl , será menor de un 1 gr/l (1000 ppm).
- f. El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en NaHCO_3 , será de menor de 1 gr/l (1000 ppm).
- g. Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm. El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados”. **(NTP 339.088, 2014, pp.13).**

“Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio. Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la supervisión”. **(NTP 339.088, 2014, pp.13).**

B. Requisitos del comité 318 de ACI

“Según Riva (como cito en Building Code Requirements for Structural Concrete,2012 cap.3) fijo cuatro requisitos para el agua de mezclado”.

1. “El agua empleada en el mezclado de concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica u otras sustancias peligrosas para el concreto.
2. El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que deberá contener elementos de aluminio embebidos, no deberá contener cantidades peligrosas de ion cloruro
3. No deberá emplearse en el concreto aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.
4. Los cubos de ensayo de morteros preparados con agua de mezclado no potables deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales o por lo menos el 90.1% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable”.

2.2.1.3 Agregados

Según (Rivera,2013, p.41) “Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto. Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos

aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland”.

“En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activa, entre otros. Pero hay algunos otros agregados, que presentan elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan afectando la estructura interna del concreto y su durabilidad, como, por ejemplo, los que presentan elementos sulfurados, los que contienen partículas pulverulentas más finas o aquellas que se encuentran en descomposición latente como algunas pizarras”.

(Rivera,2013, p.41)

A. Agregado fino

(NTP 400.037, 2014, p.6) “Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado

9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 75 μm (N° 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la presente norma”.

a. Análisis granulométrico

(NTP 400.037, 2014, p.8) Deberá tener la gradación según los límites:

Tabla 6: *Granulometría del agregado fino*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	10 a 30
150 μm (No. 100)	2 a 10

Fuente: (NTP 400.037, 2018)

- “El agregado fino no tendrá más de 45 % entre dos mallas consecutivas y su módulo de fineza no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1”. (NTP 400.037, 2014, p.8)
- “Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes”. (NTP 400.037, 2014, p.8)

- “En una cantera determinada el módulo de fineza base no debe variar en más de 0.20, siendo éste el valor típico de la cantera”.
(NTP 400.037, 2014, p.8)

Nota: “La granulometría del agregado es muy importante para la elaboración de concreto depende mucho de ello para evitar segregación, exudación, resistencia de los agregados”.

b. Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino

“Según la (NTP 400.022, 2013, p.1) tiene el objetivo de determinar el peso específico del agregado fino, después de las 24 horas de sumergidos en agua”.

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.1g de sensibilidad con precisión de 0.1 gr ó 0.1% de la carga de prueba. (NTP 400.022, 2013, p.7)
- Tamiz N° 4
- Molde cónico de 40 mm de diámetro en la base superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior y 75 mm de altura.
- Pisón metálico con un peso de 340 g y una sección de 25 mm de diámetro. (NTP 400.022, 2013, p.7)
- Horno con una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.
- Picnómetro. (NTP 400.022, 2013, p.7)”

Procedimiento

“Se homogeniza completamente la muestra y tamizar el material por la malla N°4, y eliminar el material superior al tamiz N°4, luego se selecciona por cuarteo una cantidad aprox. de 1 kg que se seca en el horno a una temperatura de 110° C. luego se hace enfriar a temperatura ambiental durante 1 a 3 horas”. (NTP 400.022, 2013, p.10)

“Una vez enfriado la muestra se pesa, repitiendo el secado hasta lograr un peso constante. Luego se procede a cubrir la muestra completamente con agua y se le deja sumergida por 24 horas, después del periodo de inmersión, se decantó cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos, luego se extendió la muestra sobre una bandeja, comenzamos la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella corriente moderada de aire caliente y se agita continuamente para que la desecación sea uniforme y continuar con el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente”. (NTP 400.022, 2013, p.10)

“Se sujeta firmemente el molde cónico apoyado en una superficie plana, echando en su interior a través de un embudo una cantidad suficiente de muestra, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando con cuidado verticalmente el moldes, si el material mantiene la forma del

molde, continuar secando la muestra realizar frecuentemente la prueba con el cono, hasta que se produzca un desmoronamiento superficial indicando de que el agregado a alcanzado la condición superficialmente seca”. (NTP 400.022, 2013, p.10)

“Inmediatamente se introduce la muestra al picnómetro previamente tarado 500 g de agregado fino preparando como se ha descrito anteriormente y se añade agua hasta un 90 % de su capacidad, para eliminar el aire atrapado, se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, introduciendo a un baño de agua de una temperatura de 21°C y 25°C durante 1 hora, se saca del baño y se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua) con una aproximación de 0.1g, finalmente se saca el agregado fino del picnómetro y se lleva a secar al horno a una temperatura de 100° C – 110° C, hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiental durante 1 a 1 ½ hora y se determina finalmente su peso seco”. (NTP 400.022, 2013, p.11)

c. Ensayo del peso unitario suelto compactado del agregado fino

- Peso unitario suelto

Según la (NTP 400.017, 2011, p.1) “Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario suelto del agregado grueso y fino”.

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde
- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8”) y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente”. (NTP 400.017, 2011, p.4)

Procedimiento

“Primero se determina el peso y volumen del molde luego se coloca el material en el molde sin compactar una vez que esté lleno el molde enrasar la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido con arena”. (NTP 400.017, 2011, p.10)

- Peso unitario compactado

“Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario compactado del agregado fino”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde
- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8”) y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente”. (NTP 400.017, 2011, p.4)

Procedimiento

“Primero se determina el peso y volumen del molde y luego se coloca el material en el molde en tres capas de igual volumen aproximadamente, cada capa se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes con la varilla lisa distribuida de manera uniformemente cada capa”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

“Al apisonar la primera capa se debe de evitar que la varilla golpee al fondo del molde. Al apisonar las capas superficiales se aplica una fuerza necesaria para que la varilla solamente atravese la respectiva capa y una vez que esté lleno el molde se enrasa la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido del material compactado”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

d. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino

Según la (NTP 339.185, 2013, p.1) “Este método de ensayo consiste determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso”.

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- Horno de temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Recipiente”. (NTP 339.185, 2013, p.3)

Procedimiento

“Primero se determina el peso del recipiente luego se pesa el recipiente más la muestra posteriormente se coloca en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 12 a 14 horas después se retira del horno para pesar registrar el primer peso volver a colocar en el horno hasta registrar peso constante”. (NTP 339.185, 2013, p.5)

e. Sustancias deletéreas (no deberá exceder los límites)

(Sepúlveda, 2014, parr.1) “Afirma que los agregados pétreos (finos), deben ser químicamente inertes a fin de que sean usados en la producción de concreto. En la práctica esto no siempre no cumple, algunos agregados pueden en mayor o menor grado reaccionar con el cemento”.

f. Inalterabilidad

“El agregado a usarse en concreto, que va a estar sujeto a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de los requisitos generales, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, la pérdida promedio de masa después de cinco ciclos no deberá exceder los valores ver Tabla N° 05”. (NTP 400.037, 2014, P.10)

B. Agregado grueso

(NTP 400.037, 2014, p.12) “El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma”.

Nota

“El agregado grueso reciclado puede necesitar precauciones adicionales, sobre todo en zonas donde existe el fenómeno de congelación y deshielo u otros agentes agresivos como sulfatos, cloruros o materia orgánica”. (NTP 400.037, 2014, p.12)

a. Análisis granulométrico

Según la (NTP 400.012, 2018, p.4) “Los equipos y accesorios por utilizar son los siguientes”:

- “01 balanza de 1 kg de 0.1 g de sensibilidad.
- 01 juego de tamices de 305 mm o 406 mm (12” ó 16”), con abertura de 9.51 mm, 12.7 mm, 25.4 mm, 38.1 mm, 50.8 mm, 46.00 mm y 76.1 mm (3/8”, 1”, 1 ½”, 2” y 3”). (NTP 400.012, 2018, p.4)
- Bandejas
- Capsulas
- Brochas
- Cepillo de cerdas”. (NTP 400.012, 2018, p.4)

Procedimiento

“El material por utilizar debe estar seco luego se realiza el cuarteo a fin de tomar una muestra representativa posterior a ello se pesa la muestra y se tamiza en las mallas especificadas anteriormente en orden de mayor a menor diámetro, los retenidos en cada malla debe pesarse”.

“Los pesos retenidos, se registraron en la misma forma que para el agregado fino, y se calculan los porcentajes retenidos parciales y acumulados. La suma de los pesos debe coincidir con el peso total de la muestra, con aproximación menor de 1g”. (NTP 400.012, 2018, p.6)

b. Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso

Según la (NTP 400.021, 2013, p. 1) “nos dice como determinar el peso específico del agregado grueso, después de las 24 horas de sumergidos en agua”.

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de capacidad de 5000 g, con sensibilidad de 0.50 g, para peso hasta de 5000 g.
- Tamiz de 4,75 mm (N°4) (NTP 400.021, 2013, p. 1)
- Molde cónico de 40 mm de diámetro en la base superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior y 75 mm de altura.
- Pisón metálico con un peso de 340 g y una sección de 25 mm de diámetro. (NTP 400.021, 2013, p. 1)

- Estufa a una temperatura de 100° - 110°C.
- Probeta capacidad de 500 ml”. (NTP 400.021, 2013, p. 1)

Procedimiento

“Se lava la muestra con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias una vez lavado la muestra se seca en una estufa a una temperatura de 110° y se enfría a temperatura ambiental durante 1 – 3 horas una vez enfriada la muestra se pesa, repitiendo el secado hasta obtener un peso constante, y se sumerge en agua durante 24 horas a temperatura ambiental”. (NTP 400.021, 2013, p. 1)

“Después del periodo de inmersión, se saca la muestra de agua y se seca las partículas sobre un absorbente de gran tamaño, hasta que se elimina el agua superficial visible secando individualmente los fragmentos mayores. A continuación, se determina el peso de la muestra en estado de saturada superficial seca a continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergido en el agua a la temperatura entre 21° y 25° C. Se seca la muestra en el horno a una temperatura de 100° - 110°C, se enfría a temperatura ambiental durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta obtener un peso constante”. (NTP 400.021, 2013, p. 1)

c. Ensayo del peso unitario suelto compactado del agregado fino

- Peso unitario suelto

Según la (NTP 400.017, 2011, p.1) “Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario suelto del agregado grueso”.

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde
- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8”) y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente”. (NTP 400.017, 2011, p.4)

Procedimiento

“Primero se determina el peso y volumen del molde luego se coloca el material en el molde sin compactar una vez que esté lleno el molde enrasar la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido con arena”. (NTP 400.017, 2011, p.10)

- Peso unitario compactado

“Este método de ensayo consiste determinar el peso unitario compactado del agregado fino”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- 01 molde

- Varilla de acero lisa de 16 mm (5/8") y 60 cm de longitud.
- Una bandeja o recipiente". (NTP 400.017, 2011, p.4)

Procedimiento

“Primero se determina el peso y volumen del molde y luego se coloca el material en el molde en tres capas de igual volumen aproximadamente, cada capa se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes con la varilla lisa distribuida de manera uniformemente cada capa”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

“Al apisonar la primera capa se debe de evitar que la varilla golpee al fondo del molde. Al apisonar las capas superficiales se aplica una fuerza necesaria para que la varilla solamente atravese la respectiva capa y una vez que esté lleno el molde se enrasa la superficie con la varilla y finalmente pesar el molde contenido del material compactado”. (NTP 400.017, 2011, p.8)

d. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso

“Según la (NTP 339.185, 2013, p.1) Este método de ensayo consiste determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso”.

Equipos y Accesorios:

- “01 balanza de 0.05 kg con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- Horno de temperatura de 110° +- 5°C.
- Recipiente”. (NTP 339.185, 2013, p.3)

Procedimiento

“Primero se determina el peso del recipiente luego se pesa el recipiente más la muestra posteriormente se coloca en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 12 a 14 horas después se retira del horno para pesar registrar el primer peso volver a colocar en el horno hasta registrar peso constante”. (NTP 339.185, 2013, p.5)

e. Sustancias deletéreas

“Deberá cumplir los siguientes límites establecidos por la (NTP 400.037, 2014, p.12)”

Tabla 7: Límites de sustancias deletéreas en el agregado grueso.

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 µm (No. 200)	1,0A
Horsteno (menos de 2.40 de densidad)	5.0B
Carbón y lignito: Cuando la apariencia del concreto es importante	0,5
Otros concretos	1,0

“A: Este porcentaje podrá ser aumentado a 1,5 % si el material está esencialmente libre de limos y arcillas”.

“B: Sólo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad) acción de la humedad o contacto con suelos húmedos, no deberá ser reactivo (sílice amorfa)”

“El agregado grueso utilizado en concretos sujetos permanentemente a la intemperie ya que se combinaría químicamente con los álcalis de cemento, por cuanto se produciría expansiones excesivas en el concreto” (NTP 400.037, 2014, p.12)

Fuente: (NTP 400.037,2014)

f. Inalterabilidad

“El agregado a usarse en concreto, que va a estar sujeto a problemas de congelación y deshielo, deberá cumplir además de los requisitos obligatorios, el requisito de resistencia a la desintegración por medio de ataque de soluciones saturadas de sulfato de sodio o

sulfato de magnesio, la pérdida promedio de masa después de cinco ciclos no deberá exceder los límites en pérdida por ataque de sulfato” (NTP 400.037, 2014, p.14)

g. Índice de espesor y resistencia mecánica

“El agregado grueso utilizado en concretos de pavimentos y en estructuras de 280 kg/cm² o más deberá cumplir con los valores especificados siguientes”:

- “Resistencia mecánica”
- “Índice de espesor: El índice de espesor no será mayor de 50 en el caso de agregado natural y de 35 para grava triturada”. (NTP 400.037, 2014, pp. 14)

2.2.2. FIBRAS EN EL CONCRETO

Antillón (2016) manifiesta que: “En los últimos años, el uso de fibras como refuerzo del concreto ha tenido un auge importante en los diseños y la producción de la mezcla. Sin embargo, no se trata de una técnica nueva en el mundo de la construcción; de hecho se remonta muchos años antes de la aparición del cemento Pórtland y del concreto, cuando se utilizaban materiales como pasto, hilo, vara, e inclusive, pelo animal, los cuales eran considerados agregados al adobe con el fin de evitar la fisuración y mejorar la resistencia a tensión”.

Asimismo, Antillón (2016), indica que: “El rol principal de las fibras está ligado a:

1. Reducir la fisuración por asentamiento (revenimiento).

2. Reducir la fisuración por contracción plástica.
3. Disminuir la permeabilidad.
4. Incrementar en la resistencia a la abrasión y al impacto”.

Respecto a los tipos de fibras, Argos (2018) señala que se tienen:

“Microfibras: Normalmente son fibras de plástico, polipropileno, polietileno nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante la construcción. Las fibras multifilamento permiten obtener mejores resultados y sus longitudes oscilan entre los 12 y los 75 mm y se dosifican en el concreto entre 0,6 kg/m³ y 1 kg/m³”.

“Macrofibras: Generalmente son de materiales como acero, vidrio, materiales sintéticos o naturales (fique y otros), los cuales se utilizan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. Entre los beneficios del uso de concreto reforzado con fibras -CRF-se encuentran el incremento de la resistencia al impacto y a la fatiga. Su

diámetro oscila entre los 0,25 mm y 1,5 mm con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm”.

2.2.3. FIBRAS DE ORIGEN ANIMAL

Tal como indica Wikipedia: “Las fibras de origen animal son las que ha utilizado el ser humano desde tiempos prehistóricos: pelos de diversas especies, secreciones de otras, plumas y cueros”.

Carrasco (2018) manifiesta que: “Actualmente, las plumas de aves están causando problemas ambientales ya que están siendo en su mayoría incineradas. Por ello, las plumas de aves que son un tipo de fibra natural, tienen un futuro prometedor en el rubro de la construcción. Son posibles de obtener a un bajo costo haciendo uso de la mano de obra disponible en la localidad”.

Rojas (2019) señala que: “El uso de la fibra natural de origen animal inhibe efectivamente la formación de fisuras por contracción plástica hasta en un 75% para la dosis de 900 g/m³ de concreto”.

2.2.3.1 Fibra Sintética

Tal como señala Castagne (2013) : “Se designan como fibras sintéticas a aquellas que se obtienen por procesos químicos de polirreacción a partir de sustancias de bajo peso molecular por vía puramente sintética, es decir, in vitro. Sin intervención de la naturaleza. Estas fibras junto con las llamadas fibras sintéticas (semisintéticas o regeneradas), que se obtienen por transformación química de productos

naturales fibrosos, se engloban bajo la designación general de fibras químicas.

Son materiales poliméricos orgánicos (los compuestos por moléculas orgánicas gigantes) que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado.

Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo: la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural o sintéticas, como el polietileno y el nylon. Los materiales empleados en su fabricación son resinas en forma de esferas o polvo en disolución. Con estos materiales se fabrican los plásticos terminados.

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestas pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas

lineales y ramificadas son termoplásticos (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles (se endurecen con el calor)".

2.2.3.2 Fibra Natural

De acuerdo a Castagne (2013): "A partir de que las fibras de asbesto fueron relacionadas con potenciales peligros para la salud se inició la búsqueda de posibles sustitutos que le proporcionarían al concreto las

propiedades tan favorables que el asbesto le daba, además de ser competitivos en calidad y precio.

Las fibras de acero, de vidrio y más recientemente las de polipropileno, son alternativas viables para reforzar al concreto. Sin embargo, otro grupo de fibras llamadas naturales (vegetales o animales) han sido motivo de varios estudios para su posible aplicación como refuerzo del concreto. Las fibras naturales están disponibles razonablemente en grandes cantidades en muchos países en desarrollo y representan una fuente renovable continua. Perú es un país que posee abundante producción de fibras naturales”.

2.2.3.1.1. Viruta de cuero

Según Mesquida (2018): “La industria curtidora genera grandes cantidades de lo que se denomina, viruta de cuero curtido al cromo, un residuo que surge del proceso de rebajado de las pieles vacunas que se realiza con el fin de emparejar toda su superficie para que tenga el mismo grosor”.

2.2.4. PAVIMENTOS RÍGIDOS

El “Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)” establece que: “El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto

o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso el uso de aditivos” (p. 22).

AASHTO (1993) refiere que: “Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. (...) (p. 157)”

Menéndez (2012) manifiesta que: “La losa de concreto debe estar diseñada para soportar cargas de tráfico y evitar fallas por fatiga del pavimento debido a las cargas repetidas. Los pavimentos rígidos pueden ser diseñados para un periodo de vida útil de 15 a 20 años, sin embargo, es más probable que sus periodos de diseño sean de 30 a 40 años.” (p. 75)

2.2.2.1 TIPOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE

- Sin pasadores
- Con pasadores

PAVIMENTOS DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTAS

El AASHTO (1993) señala que: “Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir

una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural.” (p. 189)

PAVIMENTOS DE CONCRETO CON REFUERZO CONTINUO

AASHTO (1993) señala.: “A diferencia de los pavimentos de concreto reforzado con juntas, éstos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos”. (p. 190)

2.2.2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO

1. CONSTRUCCIÓN DE LA SUB-RASANTE

1.1. Evaluación de la estabilidad del terreno de fundación y subrasante.

1.2. Modificación del terreno de fundación para mejorar su estabilidad

1.3. NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN

1.4. ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

2. CONSTRUCCIÓN DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO

3. EQUIPOS DE PAVIMENTACIÓN

4. FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE CONCRETO

2.2.2.3 PROCESO DE CORTE Y SELLADO DE JUNTAS:

Al respecto Oviedo (2006) señala lo siguiente:

Los tiempos para el aserrado de las juntas son cruciales; “por lo que se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones”:

- Las juntas deben cortarse antes de que se contraiga lo suficiente como para que las losas se agrieten.
- El aserrado debe comenzar apenas el concreto ha endurecido lo suficiente como para permitir el corte sin que se produzcan descascaramientos, astillamientos o roturas
- La tarea debe realizarse tan pronto “el hormigón esté listo para ello, independientemente de que sea de día o de noche. Ello implica que una vez que el hormigón está en condiciones de ser aserrado, la tarea no debe demorarse por causa alguna.
- Al momento del aserrado, el hormigón debe ser capaz de soportar el peso del equipo de aserrado y el personal involucrado en la tarea”. (p. 90)

CORTE DE JUNTAS

- Oviedo (2006) señala que “al respecto que a pesar de que el aserrado convencional se utiliza en la mayoría de pavimentos, el aserrar a edades tempranas se viene convirtiendo en costumbre, así como manifiesta lo siguiente”:

Ejecución de juntas por serrado:

“Para ello, se recurre a sierras provistas de discos de diamante o carborundo, a fin de producir una ranura en el hormigón cuya profundidad debe estar comprendida entre $1/4$ y $1/3$ del espesor de la losa, la ventana inicia de 8 a 12 horas después del colado del hormigón, dependiendo del clima y características de la mezcla”.

Ejecución de juntas en fresco:

“Otra opción consiste en la formación de las juntas cuando el hormigón, una vez vibrado y enrasado, se encuentra en estado fresco, introduciendo una cuchilla que crea un surco en el mismo”.

“La cuchilla, de unos 8 mm de grosor, debe profundizar en el hormigón aproximadamente una tercera parte del espesor del pavimento, al igual que en los cortes por aserrado. Para que la ranura creada de esta forma no se cierre al fraguar el hormigón, es necesario colocar un elemento dentro de ella que puede ser flexible (por ejemplo, una lámina delgada de polietileno), o rígido (plástico, madera, fibrocemento, etc.)”

SELLADO DE LAS JUNTAS

Oviedo (2006) respecto al sello de las juntas, señala lo que a continuación podemos apreciar:

“El sellado de las juntas tiene como objetivo”:

- “Evitar la entrada de agua por las mismas, que podría afectar, tanto a los pasadores como a la capa de base del pavimento”.

- “El sellado impide también la entrada de elementos incompresibles en las juntas que podrían provocar la aparición de desportillados en las mismas e incluso roturas de esquina”.
- “Tener buena resistencia a la fatiga, al corte y a la tracción”.
- “Tener buena resistencia al envejecimiento y a algunos agentes químicos”. (p. 142)

TIPO DE SELLOS DISPONIBLES PARA SELLAR JUNTAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

Al respecto Oviedo (2006) señala que:

- “Silicona
- Sellos en Caliente Resistentes al Combustible (JFR)
- Sellos de Aplicación en Frio Resistentes al Combustible de Avión y al Sanblasting
- Sellos a Base de Asfaltos Modificados
- Tirillas o cordón de respaldo” (p. 143)

2.2.2.4 DISEÑO DE PAVIMENTOS

Menéndez (2016) indica que: “Establece todos los aspectos relacionados con la estructura de un pavimento tomando como base el conocimiento del suelo de fundación, las características físico-mecánicas de los componentes; el análisis estructural; las condiciones de construcción y mantenimiento; de tal forma que la estructura final sea capaz de soportar las cargas de tráfico y ambientales a las que será sometida durante su periodo de diseño cumpliendo con los niveles de servicio esperados por la institución y los usuarios. En la actualidad combina el conocimiento de la mecánica de los materiales, el análisis estructural de los componentes, las tecnologías constructivas, y la gestión de la conservación vial. Esta interacción entre diferentes áreas de conocimiento representa un reto para el ingeniero de pavimentos quien debe buscar la solución más adecuada al costo más efectivo”.

2.2.2.4.1 ETAPAS DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS:

Asimismo, Menéndez (2016) indica que: “las etapas del diseño del pavimento dependen si se trata para una estructura nueva o un mejoramiento o rehabilitación de una vía existente, presentando el siguiente esquema para ambos casos”.

- “Identificar los requerimientos, expectativas y especificaciones del cliente”.

- “Identificar las restricciones presupuestarias, logísticas o constructivas”.
- “Recopilación de información existente”.
- “Trabajos de campo”.
- “Estudio de la subrasante”.
- “Estudio de canteras, materiales disponibles y fuentes de agua”.
- “Estudio de tráfico”.
- Prediseño.
 - “Definición del tipo de superficie de rodadura y los componentes estructurales”.
 - “Cálculo del tráfico de diseño”.
 - “Estudio de las condiciones ambientales y de drenaje”.
 - “Sectorización del tramo”.
 - “Definición del nivel de confiabilidad deseable para el proyecto”.
 - “Determinación de la capacidad de soporte del suelo de fundación”.
 - “Diseño de los espesores de cada capa”.
 - “Selección de los materiales”.
 - “Definición de la estrategia de mantenimiento y de construcción en caso sea por etapas”.

- “Diseño final”.
- “Análisis del costo del ciclo de vida”.
- “Determinación del tipo de pavimento y de los espesores finales”.
- “Especificaciones técnicas”.
- “Metrados”.

2.2.2.5 FUNCIONES Y COMPONENTES DEL PAVIMENTO:

Menéndez (2016) manifiesta que: “las funciones son variadas y dependen de las necesidades y requerimientos de los usuarios y la entidad. En ese sentido, de acuerdo a tres diferentes perspectivas: usuario y entidad, estructura y medio ambiente, propone lo siguiente”:

- “Usuario, entidad/institución”:
 - “Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable, con adecuada regularidad (rugosidad) y suficiente resistencia a la fricción”.
 - “Proporcionar a los vehículos acceso bajo cualquier condición de clima”.
 - “Reducir los costos de operación vehicular, reducir el tiempo de viaje y reducir los accidentes”.
 - “Reducir los costos de mantenimiento y operación”.
 - “Facilitar y mejorar las condiciones de operación y transporte”.

- “Dotar de una superficie adecuada para tránsito, almacenamiento o traspaso de productos”.
- Estructura:
 - “Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante y/o el suelo de fundación”.
 - “Proteger la subrasante y el suelo de fundación del clima (agua y/o congelamiento)”.
 - “Controlar la presencia y efecto del agua a nivel del suelo de fundación”.
 - “Capacidad de carga suficiente de los materiales que componen la estructura para resistir el tráfico y el clima”.
- Medioambiente:
 - “Cumplir requerimientos medioambientales y estéticos”.
 - “Limitar el ruido y la contaminación del aire”.
 - “Tener suficiente durabilidad para que no se deteriore antes de tiempo debido a las variables ambientales (agua, oxidación, efectos de la temperatura)”.
- “Proporcionar una superficie adecuada al contexto y compatible estéticamente con el entorno, en especial en zonas urbanas y zonas protegidas”.

“Los principales componentes de una estructura de pavimentos son”:

- “Capa de rodadura”.
- “Capa de base”.
- “Capa de sub base”.
- “Subrasante”.
- “Suelo de fundación”.
- “Subdrenaje”.
- “Bermas”.

2.3. Definición de términos:

CURTIEMBRE

“Una curtiembre, curtiduría o tenería es el lugar donde se realiza el proceso que convierte las pieles de los animales en cuero. Las cuatro etapas del proceso de curtido de las pieles son: limpieza, curtido, recurtimiento y acabado. Se debe quitar el pelo, curtir con agentes de curtimiento y tinturar, para producir el cuero terminado”.

CONCRETO REFORZADO CON FIBRA

“El concreto reforzado con fibras es un elemento que contiene fibras cortas uniformemente distribuidas y orientadas al azar. Éstas pueden ser metálicas, sintéticas (polipropilenos o acrílicas), de vidrio y naturales, cada una de las cuales proporcionan propiedades diferentes al concreto”.

DISEÑO DE PAVIMENTOS

“Establece todos los aspectos relacionados con la estructura de un pavimento tomando como base el conocimiento del suelo de fundación, las características físico-mecánicas de los componentes; el análisis estructural; las condiciones de construcción y mantenimiento; de tal forma que la estructura final sea capaz de soportar las cargas de tráfico y ambientales a las que será sometida durante su periodo de diseño cumpliendo con los niveles de servicio esperados por la institución y los usuarios”.

FIBRA NATURAL

“Las fibras naturales están disponibles razonablemente en grandes cantidades en muchos países en desarrollo y representan una fuente renovable continua. Perú es un país que posee abundante producción de fibras naturales”

VIRUTA DE CUERO

“Es un residuo que surge del proceso de rebajado de las pieles vacunas que se realiza con el fin de emparejar toda su superficie para que tenga el mismo grosor”.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

“El resultado es que la fibra de origen animal modifica las propiedades físicas, incrementa los valores de las propiedades mecánicas y reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico”.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. Al utilizar la fibra de origen animal se modifican los valores del asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto.
2. Aplicando la fibra de origen animal se incrementan los valores de las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto.
3. La aplicación de la fibra de origen animal reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico, al realizar el diseño de pavimento rígido AASHTO 93.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): FIBRA DE ORIGEN ANIMAL

“La industria curtidora genera grandes cantidades de lo que se denomina, viruta de cuero curtido al cromo, un residuo que surge del proceso de rebajado de las pieles vacunas que se realiza con el fin de emparejar toda su superficie para que tenga el mismo grosor” (Mesquida, 2018)

Variable dependiente (Y): CONCRETO HIDRÁULICO

“La losa de concreto para pavimentos rígidos debe estar diseñada para soportar cargas de tráfico y evitar fallas por fatiga del pavimento debido a cargas repetidas, así como brindar un adecuado desempeño funcional”. (Menéndez, 2016, p. 105)

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (X): FIBRA DE ORIGEN NATURAL

Se han considerado adiciones del 0.5%, 1.00%, 1.50% y 2.00% de fibra de origen animal con cuero vacuno por volumen de “concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, a fin de verificar su utilización como aditivo en el concreto para pavimentos rígidos y su aplicación en el diseño de este tipo de pavimentos.

Variable dependiente (Y): CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

Se ha elaborado un concreto diseñado con una resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ kg/m}^2$, mínimo valor requerido por la Norma CE.010: Pavimentos urbanos del RNE para la calidad del concreto de una vía urbana.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 8: Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES (FACTORES)	INDICADORES
FIBRA DE ORIGEN ANIMAL	“Las fibras de origen animal son las que ha utilizado el ser humano desde tiempos prehistóricos: pelos de diversas especies, secreciones de otras y cueros. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento”.	Porcentaje de fibra de origen animal con cuero vacuno	0.50%
			1.00%
			1.50%
			2.00%
CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	“Es un concreto diseñado especialmente para resistir esfuerzos a flexión, impuestos por el paso de vehículos en las estructuras de pavimento”.	Propiedades en estado fresco	Asentamiento
			Peso Unitario
			Contenido de Aire
			Temperatura
		Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión
			Resistencia a la flexotracción
Diseño de pavimento rígido AASHTO 93	Espesor de losa de pavimento rígido		

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método fue el científico, pues según (Carrasco ,2007, p 35) “es un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación. Y se caracteriza por ser analítico y sintético, porque estudia la realidad separando e integrando alternativamente los elementos empíricos y teóricos”.

Este método ha regido la realización de la investigación, permitiendo definir la dosificación más recomendable de fibra de origen animal al concreto para pavimentos rígidos.

El enfoque para la presente investigación fue el cuantitativo.

3.2. Tipo de investigación

El tipo fue la investigación aplicada, debido a que: “se preocupa por la aplicación del conocimiento científico, producto de la investigación básica. Es un primer esfuerzo para transformar el conocimiento en tecnología. El propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos” tal como indica Castro (2015).

En ese sentido, se ha considerado la presente investigación como aplicada debido a que los conocimientos obtenidos contribuyeron a la solución de una situación problemática en el área local, la cual afecta en las ejecuciones de obras de pavimentos rígidos que se vienen desarrollando en el distrito de Pilcomayo, a fin de generar beneficios a la sociedad.

3.3. Nivel de investigación

El nivel considerado fue el explicativo, tal como indica (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 95), “busca explicar la causa y efecto que se tiene ante la influencia de una variable sobre otra. Por lo expuesto en esta investigación se tuvo un nivel explicativo, debido a que se buscó cuál es la incidencia de la fibra de origen animal en el concreto que se utilizará en pavimentos rígidos”.

3.4. Diseño de investigación

Esta investigación fue cuasi experimental, ya que, tal como señala (Hernández et al., 2014, p. 151), “se da debido a que existe una manipulación de variables para conocer las reacciones entre ellas y poder medir los resultados todo ello con una muestra ya determinada; en referencia a ello, la investigación tuvo un diseño cuasi-experimental, ya que este diseño nos permitió trabajar con grupos de muestreo que están predeterminados y las variables de manera conveniente para lograr mejores resultados en la investigación, por lo que, se realizaron ensayos de laboratorio, en los cuales se adicionaron diversos porcentajes de fibra de origen animal en el concreto a ser utilizado en pavimentos rígidos”.

El esquema del diseño de la investigación, lo podemos ver a continuación:

Tabla 9: *Diseño de la investigación*

Muestra	Condición experimental	Medición de evaluación
G1	X	O1
G2	(-)	O2

Fuente: Elaboración propia.

G1= “Muestra de suelo en estado natural”.

X = “Adición de la ceniza de carbón mineral”.

O1= “Evaluación si la adición de la ceniza de carbón mineral estabiliza el suelo”.

G2= “Muestra de suelo en estado natural”.

O2= “Evaluación de las propiedades del suelo en estado natural”.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población consistió en 75 probetas cilíndricas de concreto que lo conforma el concreto sin la adición de la fibra de origen animal y el concreto con adición de este aditivo para su uso en la obra de pavimentación rígida de la AV. MARISCAL CÁCERES TRAMO: PLAZA LIBERTAD - AV. TACNA, DISTRITO DE PILCOMAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE JUNÍN, de la cual se han obtenido los parámetros de diseño del pavimento rígido.

información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. La observación tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como éstos ocurren en la realidad; pero, tiene la desventaja de que los datos obtenidos se refieren sólo a un aspecto del fenómeno observado. Esta técnica es fundamentalmente para recolectar datos referentes al comportamiento de un fenómeno en un tiempo presente y nos permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento observado”.

a) Observación directa

Se ha utilizado a fin de poder definir, comparar y medir las características propias que se obtuvieron con las distintas dosificaciones realizadas con la fibra de origen animal en el concreto.

b) Análisis de documentos

A fin de dotarle a la investigación del adecuado sustento teórico, basado en el conocimiento existente, se tiene lo siguiente:

“Revisión de bibliografía:

Esta revisión se utilizó para poder profundizar en cuanto al conocimiento adquirido como investigador, en este caso en referencia al problema de investigación y de esta manera poder tener el sustento ante dicho tema investigado”.

c) Pruebas estandarizadas:

“Estas pruebas sirvieron para poder medir las propiedades de las distintas dosificaciones realizadas con la fibra de origen animal en el concreto, mediante la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes que se encuentran estandarizados en las normas, siguiendo así un conjunto de procedimientos que nos llevará hasta la obtención de los resultados, dichos ensayos cumplieron los establecido en las Normas Técnicas Peruanas, como se detalla a continuación”:

a. Preparación del concreto

A fin de determinar si la fibra de origen animal puede ser utilizada como aditivo en el concreto para pavimentos rígidos., se han considerado diferentes porcentajes de adición, como son: 0.5%, 1.00%, 1.50% y 2.00% del volumen de concreto a fin de que se realicen los ensayos correspondientes.

En cuanto al agregado grueso, se ha utilizado piedra chancada de ½” a ¾” y arena gruesa, procedente de la Cantera de Pilcomayo los cuales cumplen los requisitos de las NTP correspondientes.

El agua utilizada para el proceso de elaboración del concreto, es agua potable proveniente de la red pública.

b. Características y propiedades del agregado fino

- Análisis granulométrico NTP 400.012

Objeto

Conocer la gradación del agregado fino mediante el análisis granulométrico mecánico para poder determinar de manera adecuada la distribución de las partículas.

Equipos

- Juego de tamices ASTM
- Balanza con error de 0.01g
- Cepillo
- Horno
- Agitador mecánico.
- Taras
- Cuarteador

Procedimiento

“Para el presente ensayo se usara una muestra representativa (300g) del cuarteado, asimismo esta muestra será secada, lavada y nuevamente secada en un horno previamente al análisis granulométrico, una vez realizado ello se procederá a colocar dicha muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso, seguidamente se dará movimientos de un lado a otro y en forma circular de modo que la muestra se mantenga en movimiento constante, por un minuto aproximadamente, seguidamente en una bandeja de aluminio sacaremos cuidadosamente cada tamiz y será pesado siempre observando que no haya partículas retenidas en el

tamiz y anotaremos para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes”.

- **Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino**

NTP 400.022

Objeto

“La presente norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino”.

Equipos

- “Balanza que tiene una capacidad de 1 kg o más, sensibles a 0,1
- Picnómetro (para usarse con el procedimiento gravimétrico)
- Frasco (para su uso en determinación volumétrica): El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad:
- Estufa: de tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”.

Procedimiento

“Una muestra de agregado es retirada en agua por $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un

recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico”.

“Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa se determina de nuevo. Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción”.

- **Masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados NTP 400.017**

Objeto

“Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm”.

Equipos

- “Balanza: Una balanza con aproximación a 0,05 kg
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de Medida: Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas.
- Pala de Mano: Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado”.

Procedimiento de apisonado

“Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla. NORMA TÉCNICA NTP 400.017 PERUANA 5 de 10 9.2 Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente. 9.3 Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb)”.

- Contenido de humedad total de agregados por secado NTP 339.185

Objeto

“Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los

poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método”.

Equipos

- “Balanza con sensibilidad al 0,1 % del peso de la muestra
- Puente de calor
- Recipiente para la muestra
- Revolvedor:
- Una cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente”.

Procedimiento

- “Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, es opcional el revolver la muestra”.

- “Precaución: cuando se utiliza un horno microondas, los minerales aliados ocasionalmente presentes en los agregados pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas”.
- “Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol anhidro hasta cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad posible de alcohol sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina”.
- “La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa”.
- “Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza”.

c. Características y propiedades del agregado grueso

- **Análisis granulométrico NTP 400.012**

Objeto

“La presente Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado grueso por tamizado”.

Equipos

- “Juego de tamices ASTM
- Balanza con error de 0.05g
- Cepillo
- Horno
- Agitador mecánico.
- Taras
- Cuarteador”

Procedimiento

- “En el presente ensayo se usara una muestra representativa (3000g) del cuarteado, asimismo esta muestra será secada, lavada y nuevamente secada en un horno previamente al análisis granulométrico, una vez realizado ello se procederá a colocar dicha muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso, seguidamente se dará movimientos de un lado a otro y en forma circular de modo que la muestra se mantenga en movimiento constante, por un minuto aproximadamente, seguidamente en una bandeja de aluminio sacaremos cuidadosamente cada tamiz y será pesado siempre observando

que no haya partículas retenidas en el tamiz y anotaremos para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes”.

Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso NTP 400.021

Objeto

“Esta NTP establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligero”s.

Equipos

- “Balanza sensible a 0.5 g con capacidad de 50000 gramos
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamices
- Estufa”

Procedimiento

“Una muestra se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergido en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa por tercera vez. Usando los

pesos así obtenidos y formulados en este método de ensayo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción”.

- **Masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados NTP 400.017**

Objeto

“Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm”.

Equipos

- “Balanza: Una balanza con aproximación a 0,05 kg
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de Medida: Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas.
- Pala de Mano: Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado”.

Procedimiento de apisonado

“Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente

sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla. NORMA TÉCNICA NTP 400.017 PERUANA 5 de 10 9.2 Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente. 9.3 Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0,05 kg (0,1 lb)”.

- **Contenido de humedad total de agregados por secado NTP 339.185**

Objeto

“Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método”.

Equipos

- “Balanza con sensibilidad al 0,05g
- Puente de calor
- Recipiente para la muestra
- Revolvedor
- Una cuchara de metal o espátula de tamaño conveniente”.

Procedimiento

- “Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, es opcional el revolver la muestra
- Precaución: cuando se utiliza un horno microondas, los minerales aliados ocasionalmente presentes en los agregados pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas”.

- “Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol anhidro hasta cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad posible de alcohol sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina”.
- “La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa”.
- “Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza”.

d. Ensayos en estado fresco del concreto

- Asentamiento de concreto fresco NTP 339.035

“Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación del asentamiento del hormigón tanto en el laboratorio como en el campo”.

Equipos

- “Molde (cono de Abrams) con espesor mínimo de 1.5 mm y su forma es la de un tronco de cono con diámetro de base inferior de 20 cm y de base superior 10 cm

- Barra compactadora de acero liso de 16 mm y 60 cm de longitud”

Procedimiento

“Se coloca una muestra de concreto fresco compactada y varillada en un molde con forma de cono trunco sobre una superficie plana no absorbente se mantiene fijo pisando firmemente las aletas, el molde es elevado aprox. Entre 5 a 10 segundos evitando los movimientos laterales permitiendo al concreto desplazarse hacia abajo. La distancia entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se reporta como el asentamiento del concreto”.

- Peso Unitario NTP 339.046

“Consiste en la determinación de la densidad del concreto en estado fresco, se halló dividiendo la masa neta del concreto sobre el volumen del molde, la masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío de la masa del molde lleno de concreto”.

Aparatos

- “Balanza con una exactitud de 0.1 lb (45 gr) o dentro del 0.3 % de la carga de prueba”.
- “Varilla recta de acero 5/8” (16 mm) de diámetro aproximadamente 24 pulgadas (600 mm) de longitud, el final de la barra termina en una punta redondeada hemisférica cuyo diámetro es de 5/8 pulgadas”. “Molde cilíndrico de acero u otro metal, de capacidad de 1/3 de pie cubico”.

- “Maso de goma”.

Procedimiento

- “La muestra se seleccionó según la ASTM c 172”.
- “Se seleccionó el tamaño del molde según el tamaño máximo nominal, la cual es de 1/3 de pie³ y a continuación se determinó la masa del molde vacío”.
- “Se colocó el concreto dentro del recipiente en tres capas de aproximadamente igual volumen”.
- “Compactamos cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral, compactamos la segunda y tercera capa en todo su espesor, ingresando 1” (25 mm) en la capa anterior”.
- “Al terminar de compactar cada capa, se golpeó firmemente 12 veces en forma de cruz, para llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire”.
- “Enrasamos el molde, retirando el material sobrante en la última capa”.
- “Limpiamos el material sobrante alrededor del molde y determinamos la masa del molde más el concreto”.
- **Temperatura NTP 339.184**

Según la (NTP 339.184, 2012) nos menciona el objetivo de “determinar la temperatura del concreto fresco para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados”.

“Debemos tener en cuenta que la temperatura en el concreto varía de acuerdo al calor liberado de la hidratación del cemento la energía que produce cada componente y del medio ambiente”.

“La medición de la temperatura se realiza en un recipiente no absorbente, que debe permitir de al menos 3” (75mm) en todas direcciones o por lo menos 3 veces el TM del agregado y se debe elegir el mayor” (NTP 339.184, 2012).

e. Ensayo en estado endurecido

- Ensayo de resistencia a la compresión NTP 339.034

Objeto

Esta Norma Técnica Peruana establece “la determinación de las resistencias a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto”.

Equipo

“Máquina de ensayo de capacidad suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continua”.

Procedimiento

- “Los ensayos a compresión de probetas de curado húmedo serán hechos tan pronto como se practicó luego de retirarlos del almacenaje de humedad”.
- “Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente hasta el momento del ensayo”.

- “Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo”.
- “Verificación del cero y asiento del bloque”.
- “Velocidad de carga, aplicar carga continuamente y sin detenimiento”.
- “La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s”.
- “Proceder a con los cálculos respectivos”.



Figura 4: Ensayo de resistencia a la compresión.

- **Ensayo de resistencia a la tracción por compresión NTP 339.084**

Objeto

“Los especímenes de ensayo deberán estar conforme a todos los requerimientos de los métodos de ensayo de la NTP 339.033, NTP 339.059 ó NTP 339.183 aplicable a la viga a ensayar. La viga tendrá una luz libre entre apoyos equivalente a tres veces su altura con una tolerancia del 2 %. Las caras laterales de la viga formarán ángulos rectos con las caras superior e inferior de la misma. Todas las superficies deberán ser lisas y libres de asperezas, porosidad (cangrejeras) o marcas de identificación no apropiadas”.

“Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de éste no mayor del 5 % de la luz libre. Se usa para determinar la resistencia a la flexión de especímenes preparados y curados con las NTP 339.033 ó NTP 339.183. Los resultados se calculan y reportan como el módulo de rotura. La resistencia que se determina variará si existen diferencias en el tamaño del espécimen, su preparación, condiciones de humedad, o si la viga ha sido moldeada o cortada al tamaño requerido”.

Descripción

“La prueba de flexión se realizará tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con

superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura”.

“Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeo y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona ésta para que la tensión corresponda a la superficie superior o al inferior de la misma, tal como se hizo el corte inicialmente”.

“Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada. Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm , determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrentar, lijar o poner una cuña de cuero. Las tiras de cuero serán de un espesor uniforme de 6 mm y tendrán un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm , y deberán extenderse a todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrentado o esmerilado. El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de

las muestras. El refrentado se hará en conformidad con las secciones aplicables de la NTP 339.037”.

“Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, hasta producir la rotura de la viga”.

“Los resultados de este método de ensayo se pueden usar para determinar el cumplimiento con las especificaciones o como base para operaciones de dosificación, mezcla y colocación del concreto. Se utiliza en ensayos de concreto para la construcción de losas y pavimentos”.

Procedimiento

- “Medir las dimensiones de la viga”.
- “Colocar de forma centrada para evitar errores”.
- “Dar inicio con el ensayo hasta que este llegue a su ruptura. Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min , hasta producir la rotura de la viga”.
- “Se toman 3 medidas de cada dimensión (una en cada borde y en el centro) con una precisión de 1.3 mm (0.05”) para determinar el

ancho promedio, la altura promedio y la localización de la línea de fractura del espécimen en la sección de falla”.

- “Si la fractura ocurre en una sección refrentada, el espesor del refrentado se deberá incluir en la medida”.

Instrumentos

Se utilizó la ficha de observación en la presente investigación, ya que según Cascante (1989), “el uso de una ficha de observación puede ser útil no sólo para la recogida sistemática de datos, sino también para la valoración del seguimiento de cada unidad de correlación con el proyecto curricular que las engloba, siempre con una actitud abierta a cualquier reelaboración del sistema planificado, según las necesidades acaecidas en la práctica, y el común acuerdo del grupo de trabajo”.

Asimismo, se han utilizado los formatos de los ensayos de laboratorio realizados.

3.7. Procesamiento de la información

El “procesamiento de la información” fue realizado en relación a las especificaciones de cada ensayo de laboratorio realizado, los cuales han sido establecidos en las Normas Técnicas Peruanas correspondientes, expresándose los resultados mediante la utilización de tablas y gráficos respectivos, realizándose los procesos correspondientes mediante los programas Microsoft Excel y SPSS, habiéndose seguido los siguientes pasos:

1. Determinación de las muestras
2. Ubicación de las unidades de observación

3. Construcción del instrumento
4. Medición o verificación de los indicadores del instrumento
5. Elaboración de la matriz de datos
6. Procesamiento estadístico de datos

3.8. Técnicas y análisis de datos

Las técnicas y el análisis de los datos propios de la presente investigación, tuvieron un “enfoque cuantitativo”, para ello se utilizó “el análisis estadístico” y de esta manera determinar si las hipótesis, tanto general como específicas, se aceptan o no.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades

La presente investigación buscó “dotar a la comunidad ingenieril local, de una nueva metodología para la preparación del concreto para pavimentos rígidos”, empleando la fibra de origen animal conformada por el desperdicio o viruta de cuero vacuno que producen las diferentes curtiembres de la ciudad, ya que, estos desperdicios “generan grandes cantidades de residuos sólidos que contienen sustancias químicas como el cromo que bajo condiciones inadecuadas de manejo y de disposición resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud de las personas”.

A fin de lograr este objetivo se ha considerado la adición de un porcentaje de cuero vacuno (0.5%, 1%, 1.5% y 2%) al concreto hidráulico para el pavimento rígido a ser utilizado en la AV. MARISCAL CÁCERES TRAMO: PLAZA LIBERTAD - AV. TACNA, DISTRITO DE PILCOMAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE JUNÍN, vía principal del distrito, en la

cual se requiere de un concreto con la calidad mínima necesaria para beneficiar a los usuarios de la vía.

A fin de demostrar las hipótesis planteadas se realizaron ensayos de laboratorio conformados por el concreto sin la adición de la “fibra de origen animal de viruta de cuero vacuno” (muestra patrón) y el concreto con las adiciones mencionadas, a fin de determinar una dosificación óptima y sea replicado en el ámbito local, lo cual se describe a continuación:

4.2. Propiedades físicas del concreto: asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario

A fin de determinar la incidencia que produce la viruta de cuero vacuno en el concreto para pavimentos rígidos reforzado con fibra natural de origen animal, se han realizado los siguientes ensayos:

4.2.1. Asentamiento del concreto en estado fresco

Tal como indica CEMEX (2020), se entiende por trabajabilidad como “el esfuerzo requerido para transportar, colocar, compactar y darle acabado al concreto en estado fresco”, así mismo, nos indica que: “normalmente está ligada a la fluidez o consistencia que se mide a través de la prueba de revenimiento. Por lo regular se considera que un concreto más fluido es más trabajable y uno con menos fluidez tiene menos trabajabilidad”, lo que nos indica que su conocimiento para los concretos elaborados con cada marca de cemento y su adecuada evaluación, dentro

del proceso de ejecución, son muy importantes, a fin de dotar a nuestras obras de la calidad adecuada.

Debido a estas razones, se ha realizado “el ensayo para la medición del asentamiento del Concreto del Cemento Portland”, de acuerdo a la “Norma Técnica Peruana 339.035”, realizándose la medición del asentamiento o slump, para cada una de “las mezclas de concreto preparadas con cada una de las dosificaciones de viruta de cuero vacuno” estudiadas en la presente investigación.

Los resultados obtenidos en promedio para cada una de las adiciones de viruta de cuero vacuno, se muestran a continuación:

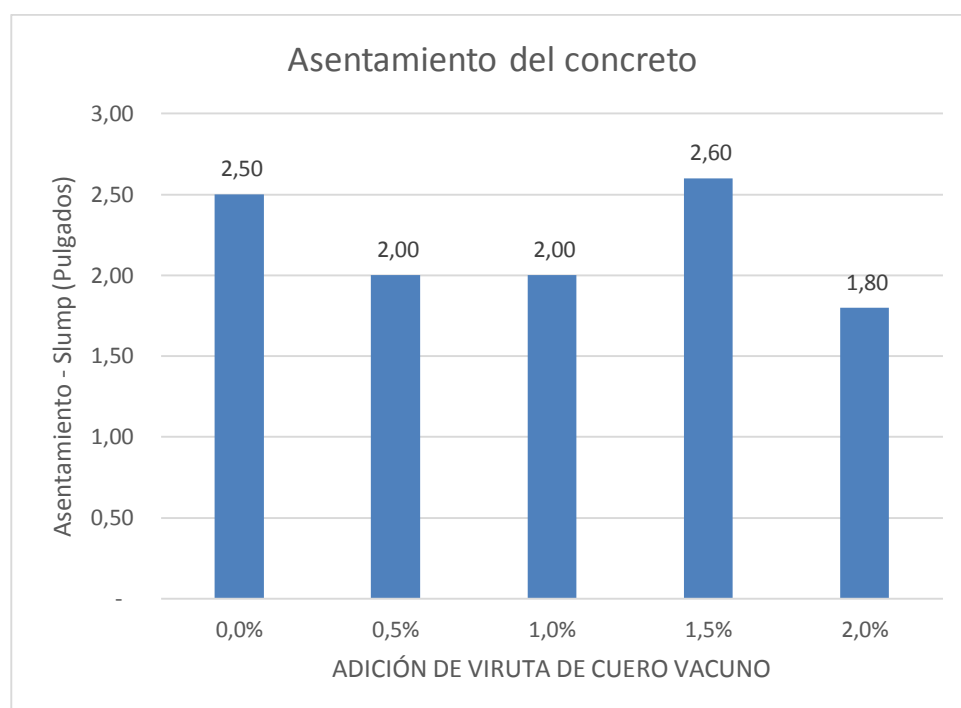
Tabla 10: *Asentamiento del concreto obtenido.*

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Asentamiento - Slump (pulgadas)
f _c = 210 kg/cm ²	0%	Viruta de cuero vacuno	2.5
	0.5%	Viruta de cuero vacuno	2.0
	1%	Viruta de cuero vacuno	2.0
	1.5%	Viruta de cuero vacuno	2.6
	2%	Viruta de cuero vacuno	1.8

Fuente: Elaboración propia.

Tal como podemos apreciar, los concretos elaborados con las diferentes adiciones, han alcanzado diferentes valores de asentamiento:

Gráfico 1: *Comparativo de asentamientos obtenidos*



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se aprecia que el asentamiento alcanzado por las adiciones al 0.5% y 1% de viruta de cuero vacuno, es de 2", mientras que la adición al 1.5% , tuvo un asentamiento de 2.60", así como la adición al 2.00% tuvo un asentamiento de 1.80".

Se debe indicar, que el asentamiento o slump, de la muestra patrón, ha sido de 2.50", y tal como se ha visto, todos los asentamientos obtenidos no han superado este límite.

Por lo tanto, estamos en condiciones de indicar que, en los porcentajes de adiciones de viruta de cuero vacuno en el concreto de 0.5%, 1%, y 2% se han reducido los valores de asentamiento o slump frente a la

muestra patrón, para la adición al 0.5% y 1% se ha reducido en un 80% y para la adición al 2% se ha reducido en 72%.

Por otro lado, la adición al 1.5% tuvo un asentamiento mayor en 4% frente a la muestra patrón, logrando un valor de 2.60”.

4.2.2. Temperatura del concreto

Para la determinación de esta propiedad del concreto se ha realizado el “Método de ensayo normalizado para determinar las temperaturas de mezclas de hormigón (concreto) de acuerdo a la NTP 339.184”, como en el caso anterior, para todas las adiciones de viruta de cuero vacuno habiéndose obtenido los siguientes resultados que se muestran a continuación:

Tabla 11: *Temperatura del Concreto Fresco*

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Temperatura °C
f'c = 210 kg/cm ²	0.0%	Viruta de cuero vacuno	21.5
	0.5%	Viruta de cuero vacuno	20.6
	1.0%	Viruta de cuero vacuno	20.2
	1.5%	Viruta de cuero vacuno	19.5
	2.0%	Viruta de cuero vacuno	19.6

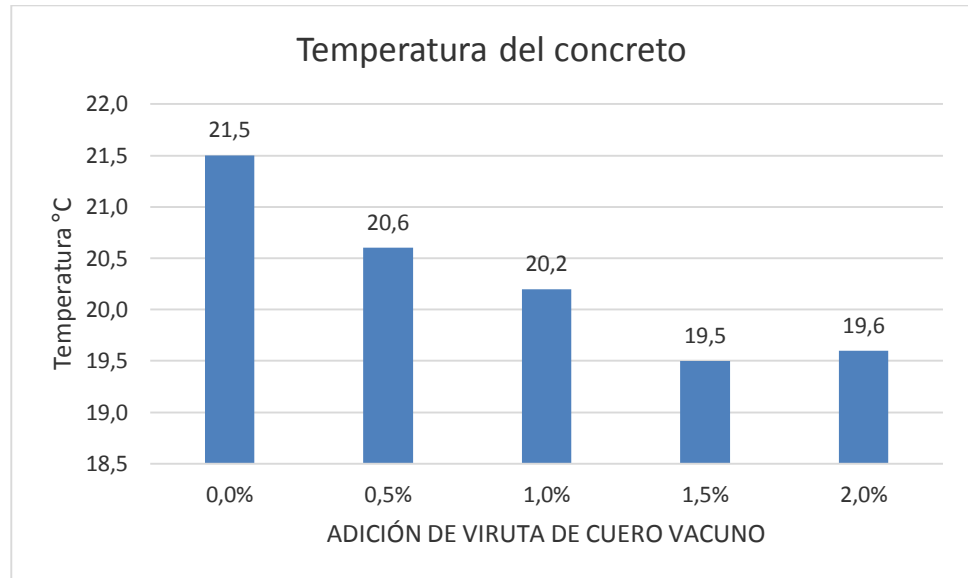
Fuente: Elaboración propia.

En base al ensayo realizado, se ha podido determinar que el concreto elaborado con la adición al 0.5%, produce una mayor temperatura, 20.6° C, mientras que con la adición al 2% se ha obtenido una menor temperatura en el concreto de 19.6 °C.

El concreto elaborado con el resto de adiciones, tienen valores de temperatura entre estos dos límites.

Podemos apreciar los resultados de la temperatura en la gráfica a continuación:

Gráfico 2: *Comparativo de resultados de temperatura en el concreto*



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se manifestó anteriormente, la mezcla preparada con la adición al 0.5% tiene la mayor temperatura, pero es menor que la temperatura obtenida por la muestra patrón, alcanzando un 95.81% de esta, la muestra patrón, sin la adición de viruta de cuero vacuno, ha logrado una temperatura de 21.5 °C, el resto de adiciones como son: al 1%, 1.5% y 2% han alcanzado temperaturas menores, solo alcanzando un 90.70%, 91.16% y 92.91%, respectivamente, frente a la muestra patrón.

4.2.3. Contenido de aire

Para la determinación de esta propiedad del concreto se ha realizado el “Método de contenido de aire en el concreto fresco método de presión, de acuerdo a la NTP 339.083”, como en el caso anterior, para todas las adiciones de viruta de cuero vacuno habiéndose obtenido los siguientes resultados que se muestran a continuación:

Tabla 12: *Contenido de aire*

Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Promedio de contenido de aire (%)
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0.00%	Viruta de cuero vacuno	1.62
	0.50%	Viruta de cuero vacuno	1.86
	1.00%	Viruta de cuero vacuno	1.88
	1.50%	Viruta de cuero vacuno	1.90
	2.00%	Viruta de cuero vacuno	1.95

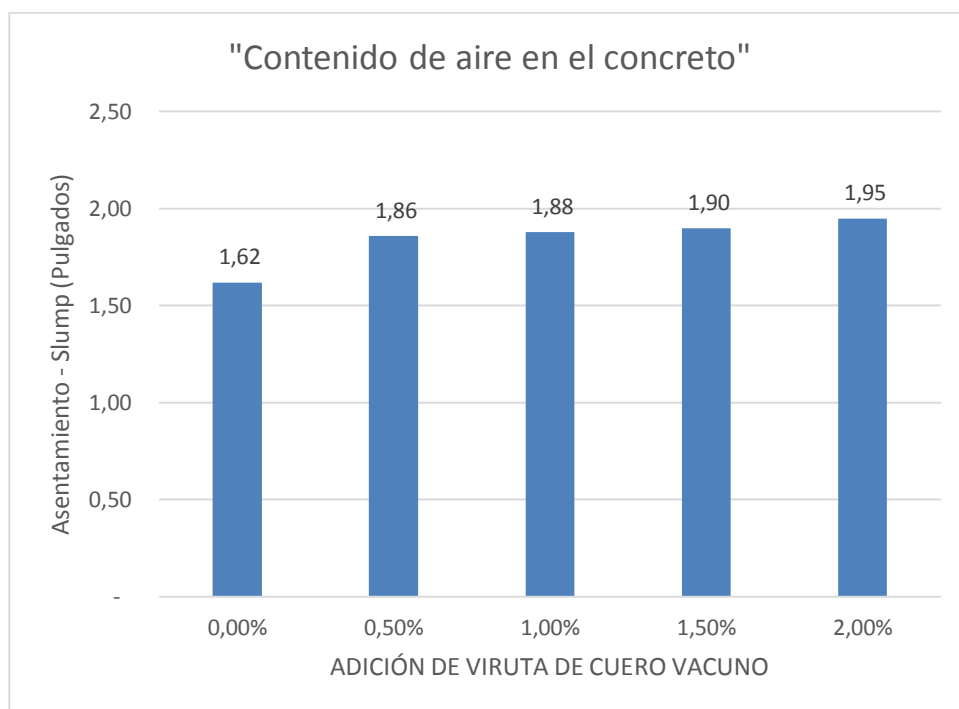
Fuente: Elaboración propia.

En base al ensayo realizado, se ha podido determinar que el concreto elaborado con las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, han obtenido un contenido de aire mayor que el de la muestra patrón, siendo de 1.86%, 1.88%, 1.90% y 1.95%.

El concreto de la muestra patrón, ha alcanzado un valor de contenido de aire de 1.62%.

Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación:

Gráfico 3: *Comparativo de resultados de contenido de aire*



Fuente: Elaboración propia.

En base a lo manifestado anteriormente, el concreto preparado con las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, ha obtenido un contenido de aire mayor que el de la muestra patrón que obtuvo un valor de 1.62%, siendo de 1.86%, 1.88%, 1.90% y 1.95%, respectivamente, habiendo superado en 14.81%, 16.05%, 17.28% y 20.37%, para cada una de las adiciones mencionadas anteriormente.

Por lo tanto, la adición al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de viruta de cuero vacuno al concreto aumenta el contenido de aire frente a la muestra patrón.

4.2.4. **Peso unitario**

Para la “determinación del peso unitario del concreto en estado fresco”, se ha trabajado en función de la “NTP 339.046”, como en los casos

anteriores, para todas las adiciones de viruta de cuero vacuno, así como para edades del concreto de 3 días, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, a fin de poder evaluar la evolución que se ha tenido, habiéndose obtenido los siguientes resultados se presentan a continuación:

Tabla 13: *Peso unitario del concreto (edad de 3 días)*

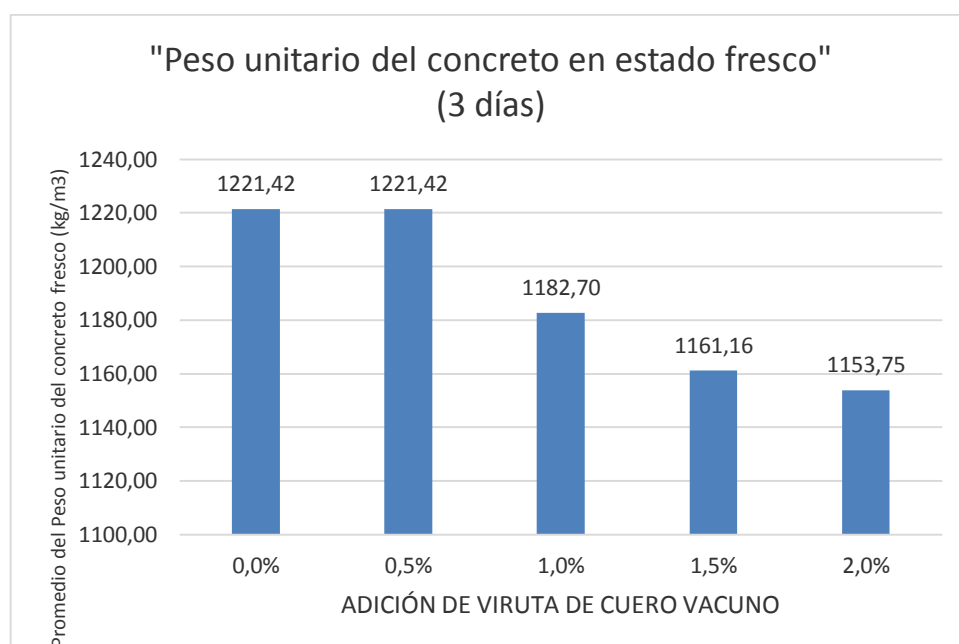
Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (m ³)	Masa del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f _c = 210 kg/cm ²	0.0%	Viruta de cuero vacuno	16.620	4.210	12.410	0.01	1,241.00	1,221.42
			16.500	4.210	12.290	0.01	1,229.00	
			16.590	4.210	12.380	0.01	1,237.80	
	0.5%	Viruta de cuero vacuno	16.040	4.210	11.830	0.01	1,183.00	1,221.42
			16.310	4.210	12.100	0.01	1,210.00	
			16.250	4.210	12.040	0.01	1,204.00	
	1.0%	Viruta de cuero vacuno	15.890	4.210	11.680	0.01	1,168.00	1,182.70
			15.750	4.210	11.540	0.01	1,154.00	
			15.810	4.210	11.600	0.01	1,160.00	
	1.5%	Viruta de cuero vacuno	15.890	4.210	11.680	0.01	1,168.00	1,161.16
			15.750	4.210	11.540	0.01	1,154.00	
			15.810	4.210	11.600	0.01	1,160.00	
	2.0%	Viruta de cuero vacuno	15.660	4.210	11.450	0.01	1,145.00	1,153.75
			15.120	4.210	10.910	0.01	1,091.00	
			15.810	4.210	11.600	0.01	1,160.00	

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la tabla anterior, que, “a los 3 días de edad”, la adición al 0.5% tiene un peso unitario, semejante al de la muestra patrón, con un valor de 1,221.42 kg/m³ y el resto de adiciones al 1%, 1.5% y 2%, tienen pesos menores, con valores del 1,182.70 kg/m³, 1,161.16 kg/m³ y 1,153.75 kg/m³, respectivamente.

Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación:

Gráfico 4: Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 3 días)



Fuente: Elaboración propia.

En relación a lo anterior, el concreto elaborado con la adición al 0.5%, a los 3 días de edad, tiene un peso unitario semejante al de la muestra patrón, con un valor de 1,221.42 kg/m³ y el resto de adiciones al 1%, 1.5% y 2%, tienen pesos menores, en 96.83%, 95.07% y 94.46% respectivamente.

Tabla 14: *Peso unitario del concreto (edad de 7 días)*

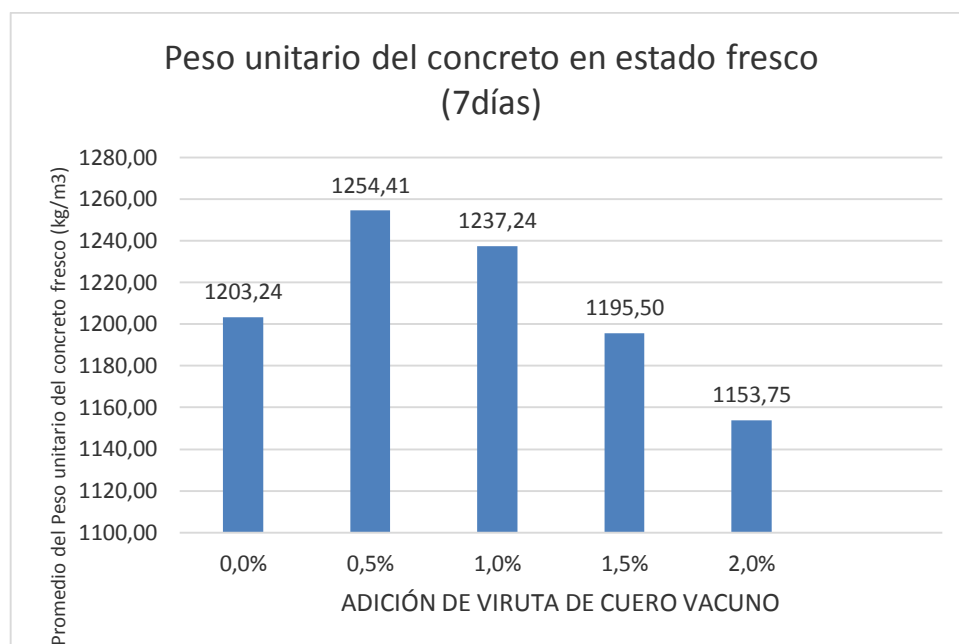
Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (m3)	Masa del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f _c = 210 kg/cm ²	0.0%	Viruta de cuero vacuno	12.50	4.210	8.290	0.01	1,250.00	1,203.24
			12.24	4.210	8.030	0.01	1,024.00	
			12.69	4.210	8.480	0.01	1,269.00	
	0.5%	Viruta de cuero vacuno	12.12	4.210	7.910	0.01	1,212.00	1,254.41
			12.30	4.210	8.090	0.01	1,230.00	
			12.53	4.210	8.320	0.01	1,253.00	
	1.0%	Viruta de cuero vacuno	16.15	4.210	11.940	0.01	1,194.00	1,237.24
			16.15	4.210	11.940	0.01	1,194.00	
			16.42	4.210	12.210	0.01	1,221.00	
	1.5%	Viruta de cuero vacuno	15.96	4.210	11.750	0.01	1,175.00	1,195.50
			15.80	4.210	11.590	0.01	1,159.00	
			16.07	4.210	11.860	0.01	1,186.00	
	2.0%	Viruta de cuero vacuno	15.93	4.210	11.720	0.01	1,172.00	1,153.75
			15.67	4.210	11.460	0.01	1,146.00	
			16.05	4.210	11.840	0.01	1,184.00	

Fuente: Elaboración propia.

Como hemos podido ver, “a los 7 días de edad”, la adición al 0.5% tiene un peso unitario, mayor al de la muestra patrón (1,203.24 kg/m³), con un valor de 1,254.41 kg/m³, así como la adición al 1% con un valor de 1,237.24 kg/m³ y el resto de adiciones al 1.5% y 2%, tienen pesos menores, con valores de 1,195.50 kg/m³ y 1,153.75 kg/m³, respectivamente.

Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación:

Gráfico 5: Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 7 días)



Fuente: Elaboración propia.

Debido a lo anterior, la mezcla preparada con la adición al 0.5%, a los 7 días de edad, tiene un peso unitario mayor al de la muestra patrón con un valor 4.25% mayor y al 1% con un valor 2.83% mayor, el resto de adiciones al 1.5% y 2%, tienen pesos menores, en 99.36% y 95.89% respectivamente.

Tabla 15: *Peso unitario del concreto (edad de 14 días)*

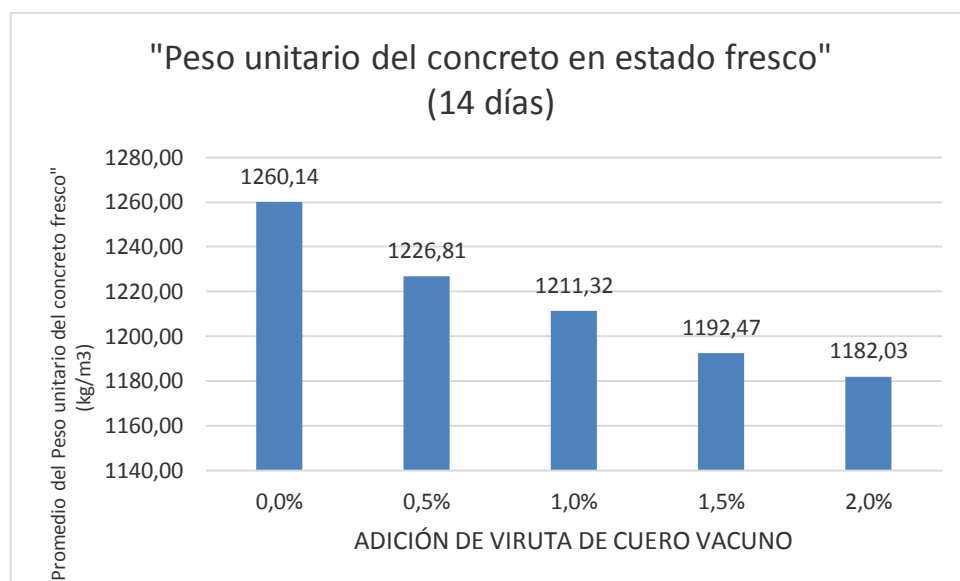
Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (m3)	Masa del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f _c = 210 kg/cm ²	0.0%	Viruta de cuero vacuno	16.630	4.210	12.420	0.01	1,242.00	1,260.14
			16.240	4.210	12.030	0.01	1,203.00	
			16.880	4.210	12.670	0.01	1,237.80	
	0.5%	Viruta de cuero vacuno	16.470	4.210	12.260	0.01	1,226.00	1,226.81
			16.200	4.210	11.990	0.01	1,199.00	
			16.090	4.210	11.880	0.01	1,188.00	
	1.0%	Viruta de cuero vacuno	16.260	4.210	12.050	0.01	1,205.00	1,211.32
			16.070	4.210	11.860	0.01	1,186.00	
			15.970	4.210	11.760	0.01	1,176.00	
	1.5%	Viruta de cuero vacuno	15.970	4.210	11.760	0.01	1,176.00	1,192.47
			15.700	4.210	11.490	0.01	1,149.00	
			16.070	4.210	11.860	0.01	1,186.00	
	2.0%	Viruta de cuero vacuno	15.810	4.210	11.600	0.01	1,160.00	1,182.03
			15.910	4.210	11.700	0.01	1,170.00	
			15.710	4.210	11.500	0.01	1,150.00	

Fuente: Elaboración propia.

Se ha señalado en la tabla anterior, que a los 14 días de edad, las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% tienen pesos menores que la muestra patrón (1260.14 kg/m³) con valores de 1,226.81 kg/m³, 1211.32 kg/m³, 1192.47 kg/m³ y 1,182.03 kg/m³, respectivamente.

Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación:

Gráfico 6: Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 14 días)



Fuente: Elaboración propia.

Tal como señala, la mezcla preparada con las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% poseen pesos menores que la muestra patrón alcanzando valores al 97.36%, 96.13%, 94.63% y 93.80%, respectivamente.

Tabla 16: *Peso unitario del concreto (edad de 21 días)*

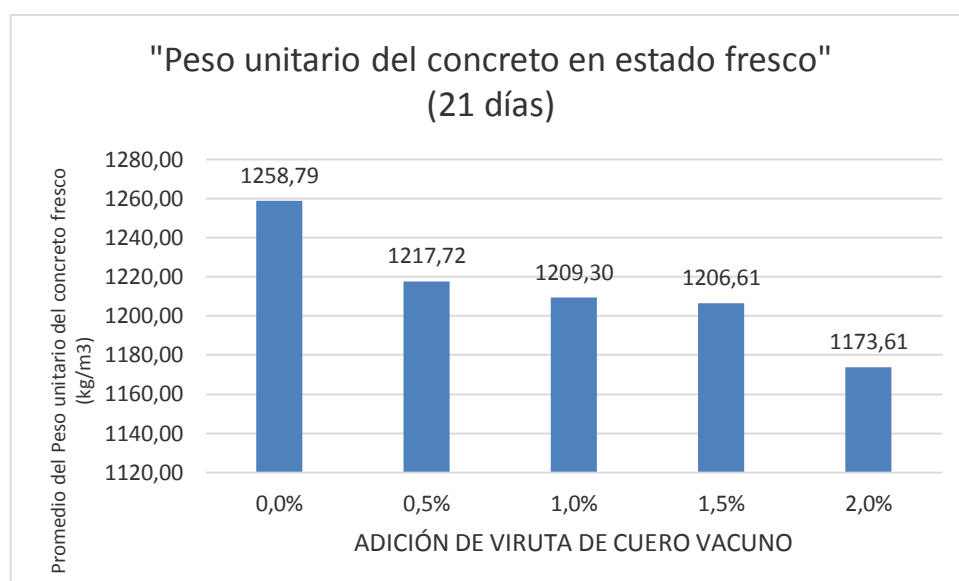
Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (m ³)	Masa del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f _c = 210 kg/cm ²	0.0%	Viruta de cuero vacuno	16.590	4.210	12.380	0.01	1,238.00	1,258.79
			16.700	4.210	12.490	0.01	1,249.00	
			16.420	4.210	12.210	0.01	1,237.80	
	0.5%	Viruta de cuero vacuno	16.200	4.210	11.990	0.01	1,199.00	1,217.72
			16.200	4.210	11.990	0.01	1,199.00	
			16.090	4.210	11.880	0.01	1,188.00	
	1.0%	Viruta de cuero vacuno	16.130	4.210	11.920	0.01	1,192.00	1,209.30
			16.040	4.210	11.830	0.01	1,183.00	
			15.990	4.210	11.780	0.01	1,178.00	
	1.5%	Viruta de cuero vacuno	16.140	4.210	11.930	0.01	1,193.00	1,206.61
			16.080	4.210	11.870	0.01	1,187.00	
			16.020	4.210	11.810	0.01	1,181.00	
	2.0%	Viruta de cuero vacuno	15.760	4.210	11.550	0.01	1,155.00	1,173.61
			15.800	4.210	11.590	0.01	1,159.00	
			15.620	4.210	11.410	0.01	1,141.00	

Fuente: Elaboración propia.

Se ha podido apreciar que a los 21 días de edad, las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% tienen pesos menores que la muestra patrón (1258.79 kg/m³) con valores de 1,217.72 kg/m³, 1,209.30 kg/m³, 1,206.61 kg/m³ y 1,173.61 kg/m³, respectivamente.

Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación:

Gráfico 7: Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 21 días)



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se indicó anteriormente, a los 21 días de edad, el concreto elaborado con las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% poseen pesos menores que la muestra patrón alcanzando valores al 96.74%, 96.07%, 95.85% y 93.23%, respectivamente.

Tabla 17: *Peso unitario del concreto (edad de 28 días)*

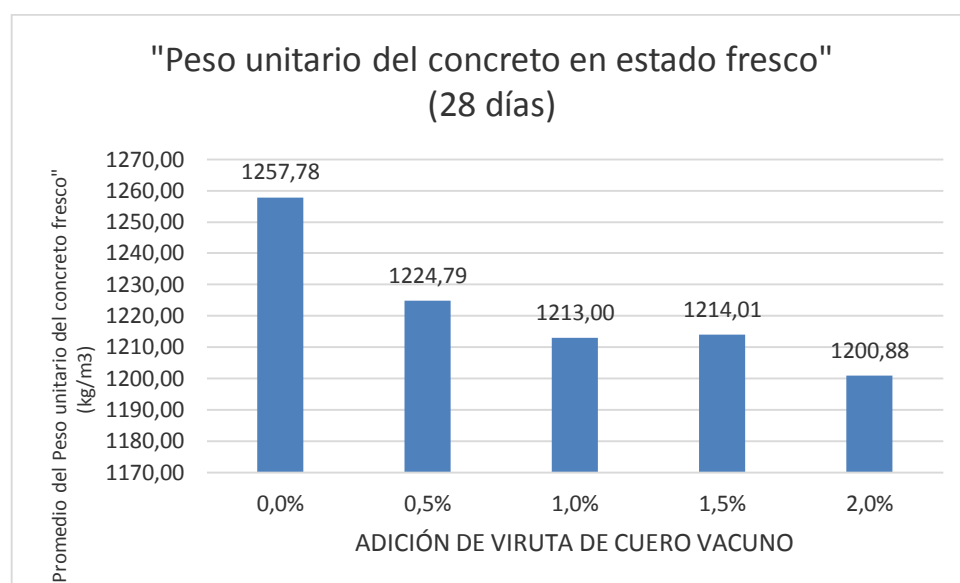
Diseño de Mezcla	Porcentaje de adición	Adición	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (m3)	Masa del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f _c = 210 kg/cm ²	0.0%	Viruta de cuero vacuno	16.690	4.210	12.480	0.01	1,248.00	1,257.78
			16.520	4.210	12.310	0.01	1,231.00	
			16.470	4.210	12.260	0.01	1,237.80	
	0.5%	Viruta de cuero vacuno	16.320	4.210	12.110	0.01	1,211.00	1,224.79
			16.210	4.210	12.000	0.01	1,200.00	
			16.170	4.210	11.960	0.01	1,196.00	
	1.0%	Viruta de cuero vacuno	16.130	4.210	11.920	0.01	1,192.00	1,213.00
			16.070	4.210	11.860	0.01	1,186.00	
			16.150	4.210	11.940	0.01	1,194.00	
	1.5%	Viruta de cuero vacuno	16.150	4.210	11.940	0.01	1,194.00	1,214.01
			15.980	4.210	11.770	0.01	1,177.00	
			15.860	4.210	11.650	0.01	1,165.00	
	2.0%	Viruta de cuero vacuno	16.130	4.210	11.920	0.01	1,192.00	1,200.88
			16.200	4.210	11.990	0.01	1,199.00	
			16.050	4.210	11.840	0.01	1,184.00	

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se manifiesta que, a los 28 días de edad, las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% tienen pesos menores que la muestra patrón (1257.78 kg/m³) con valores de 1,224.79 kg/m³, 1,213.00 kg/m³, 1,214.01 kg/m³ y 1,200.88 kg/m³, respectivamente.

Podemos apreciar los resultados en la gráfica a continuación:

Gráfico 8: *Comparativo de resultados de peso unitario (edad de 28 días)*



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se indicó anteriormente, a los 28 días de edad, el concreto elaborado con las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% poseen pesos menores que la muestra patrón alcanzando valores al 97.38%, 96.44%, 96.52% y 95.48%, respectivamente.

Finalmente, podemos indicar que al adicionar viruta de cuero vacuno en el concreto no se generan modificaciones sustanciales a las propiedades físicas del concreto fresco como son: “asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario”.

4.3. Resistencia a la compresión del concreto con la adición de viruta de cuero vacuno

La “resistencia a la compresión simple del concreto” constituye su característica principal en lo que se refiere a sus propiedades mecánicas, esta resistencia la podemos definir como la capacidad que presenta la mezcla de

concreto para resistir una carga por unidad de área, es decir, en términos de esfuerzo, la unidad en la que se expresa en nuestro país es en kg/cm².

Esta característica del concreto, es medida a fin de determinar la calidad de la mezcla de concreto, en función de la resistencia especificada de acuerdo al diseño de las estructuras. Se expresa de la siguiente manera ($f'c$).

Es por esas razones, que se ha realizado “el ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, de acuerdo a la NTP 339.034”, para concreto elaborado con cada una de las adiciones de viruta de cuero vacuno al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% materia de investigación.

Este ensayo se ha realizado para diferentes edades del concreto, los cuales son a los 3 días, 7 días, a los 14 días, a los 21 días y a los 28 días.

A fin de hallar la “resistencia a la compresión”, se ha trabajado en función al artículo 5.1.6. del Capítulo 5: de la “Norma E.060: Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones”, el cual indica que, para el resultado del ensayo, se considerará “al promedio de las resistencias obtenidas de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de $f'c$ ”, para nuestro caso en particular, se han obtenido los promedios de tres probetas sometidas a rotura por compresión.

Estos resultados para la “determinación de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210$ kg/cm²”, de acuerdo a las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y

2% de viruta de cuero vacuno al concreto para losas de pavimentos rígidos para vías urbanas, se pueden apreciar a continuación:

Tabla 18: *Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – Muestra patrón*

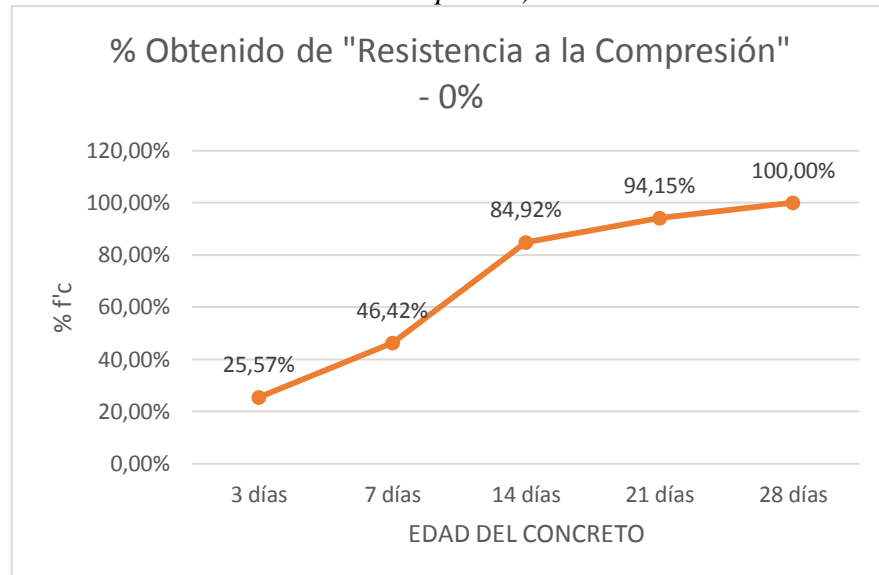
Testigo N°	Porcentaje de adición	Adición	Resistencia de diseño f'c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)
1	0%	Viruta de cuero vacuno	210	3	70.10	71.77
2			210	3	71.20	
3			210	3	74.00	
4			210	7	127.80	130.30
5			210	7	135.90	
6			210	7	127.20	
7			210	14	253.00	238.37
8			210	14	223.90	
9			210	14	238.20	
10			210	28	256.50	264.27
11			210	28	263.80	
12			210	28	272.50	
13			210	28	276.40	280.70
14			210	28	283.40	
15			210	28	282.30	

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que los resultados de “resistencia a la compresión” van aumentando directamente con la “edad del concreto”, obteniéndose a los 3 días de edad un valor de 71.77 kg/cm², a los 7 días un valor del 130.30 kg/cm², a los 14 días un valor del 238.37 kg/cm², a los 21 días un valor de 264.27 kg/cm² y a los 28 días un valor de 280 kg/cm².

En la gráfica siguiente podemos apreciar la evolución de la “resistencia a la compresión” en función de la máxima resistencia obtenida a los 28 días de edad.

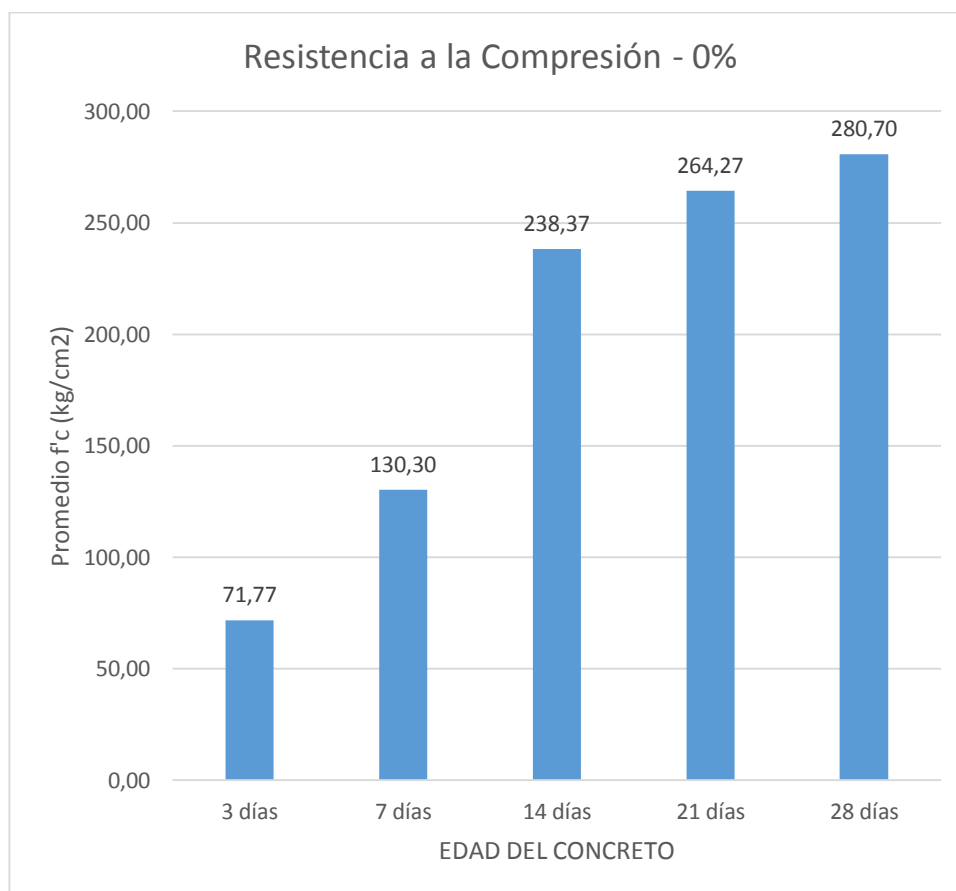
Gráfico 9: *Evolución de la resistencia a la compresión (muestra patrón)*



Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de “resistencia a la compresión”, iniciando con un valor del 25.57% de la máxima resistencia a los 3 días, de 46.42% a los 7 días, del 84.92% a los 14 días, del 94.15% a los 21 días, frente a la “resistencia a la compresión” obtenida a los 28 días, como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 10: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión
(muestra patrón)



Fuente: Elaboración propia.

En relación a lo anteriormente visto, el valor obtenido a los 28 días, para un “diseño de mezcla $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, ha sido de $f'_c = 280.70 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 33.367% mayor a la resistencia de diseño, para la muestra patrón sin la adición de la viruta de cuero vacuno.

Tabla 19: Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 0.5%

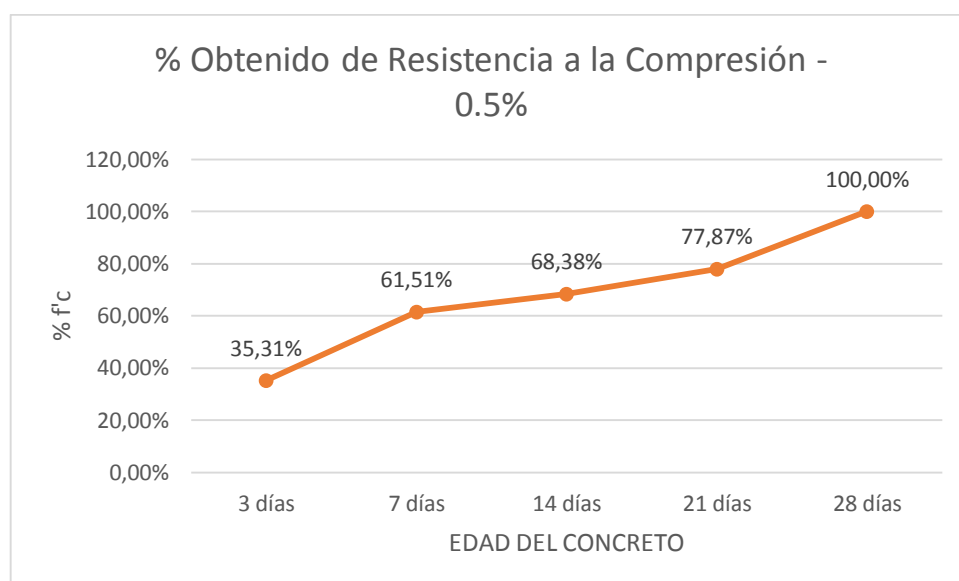
Testigo N°	Porcentaje de adición	Adición	Resistencia de diseño f'c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)
1	0%	Viruta de cuero vacuno	210	3	95.70	96.70
2			210	3	94.30	
3			210	3	100.10	
4			210	7	168.50	168.47
5			210	7	168.00	
6			210	7	168.90	
7			210	14	161.20	187.27
8			210	14	197.60	
9			210	14	203.00	
10			210	21	206.10	213.27
11			210	21	207.80	
12			210	21	225.90	
13			210	28	276.20	273.87
14			210	28	265.90	
15			210	28	279.50	

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos apreciar, los resultados de “resistencia a la compresión” van aumentando con la “edad del concreto”, obteniéndose a los 3 días de edad un valor de 96.70 kg/cm², a los 7 días un valor del 168.47 kg/cm², a los 14 días un valor del 187.27 kg/cm², a los 21 días un valor de 223.27 kg/cm² y a los 28 días un valor de 273.87 kg/cm².

En la gráfica siguiente podemos apreciar la evolución de la “resistencia a la compresión” en función de la “máxima resistencia” obtenida a los 28 días de edad.

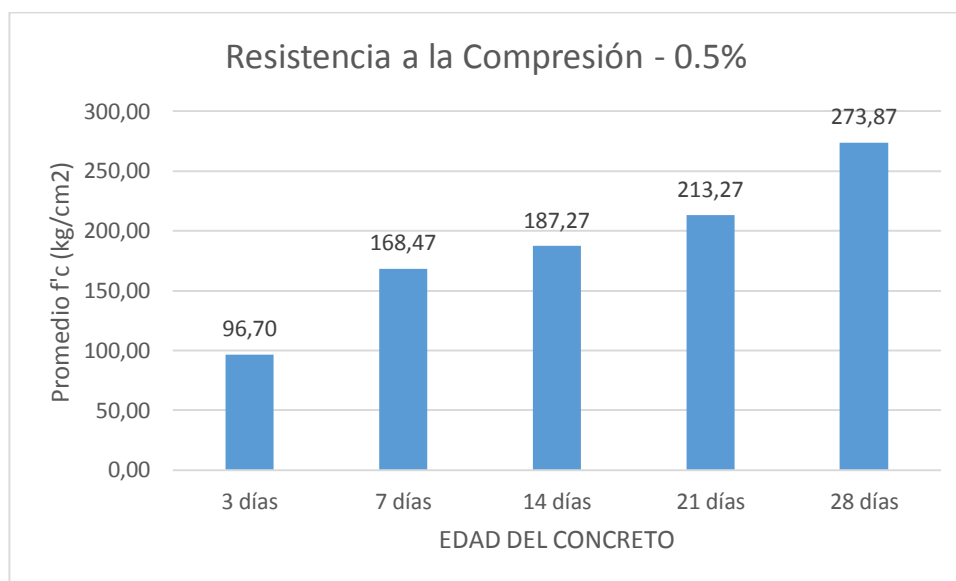
Gráfico 11: *Evolución de la resistencia a la compresión (0.5%)*



Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de “resistencia a la compresión”, iniciando con un valor del 35.31% de la máxima resistencia a los 3 días, de 61.51% a los 7 días, del 68.38% a los 14 días, del 77.87% a los 21 días, frente a la “resistencia a la compresión” obtenida a los 28 días (100%), como se puede apreciar:

Gráfico 12: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión
(0.5%)



Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica anterior, el valor obtenido a los 28 días, para un “diseño de mezcla $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, ha sido de $f'c= 273.87 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 30.41% mayor a la resistencia de diseño, para una adición de 0.5% de la viruta de cuero vacuno.

Tabla 20: Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 1%

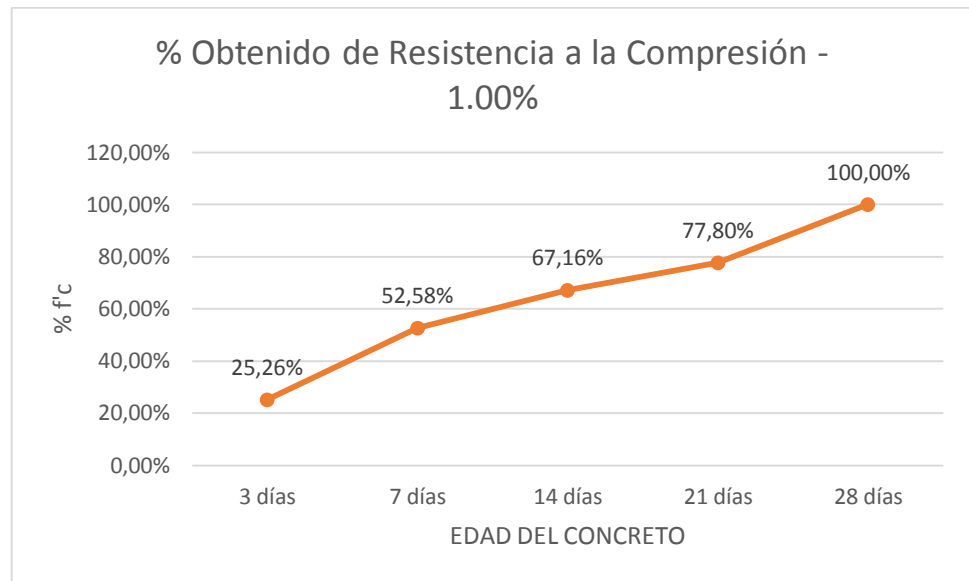
Testigo N°	Porcentaje de adición	Adición	Resistencia de diseño f'_c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)
1	0%	Viruta de cuero vacuno	210	3	59.00	55.33
2			210	3	56.60	
3			210	3	50.40	
4			210	7	112.00	115.17
5			210	7	105.90	
6			210	7	127.60	
7			210	14	153.80	147.10
8			210	14	135.60	
9			210	14	151.90	
10			210	21	173.70	170.40
11			210	21	165.70	
12			210	21	171.80	
13			210	28	201.50	219.03
14			210	28	224.10	
15			210	28	231.50	

Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, los resultados de “resistencia a la compresión” van aumentando con la “edad del concreto”, obteniéndose a los 3 días de edad un valor de 55.33 kg/cm², a los 7 días un valor del 115.17 kg/cm², a los 14 días un valor del 147.10 kg/cm², a los 21 días un valor de 170.40 kg/cm² y a los 28 días un valor de 219.03 kg/cm².

En la gráfica siguiente podemos apreciar la “evolución de la resistencia a la compresión” en función de la “máxima resistencia” obtenida a los 28 días de edad.

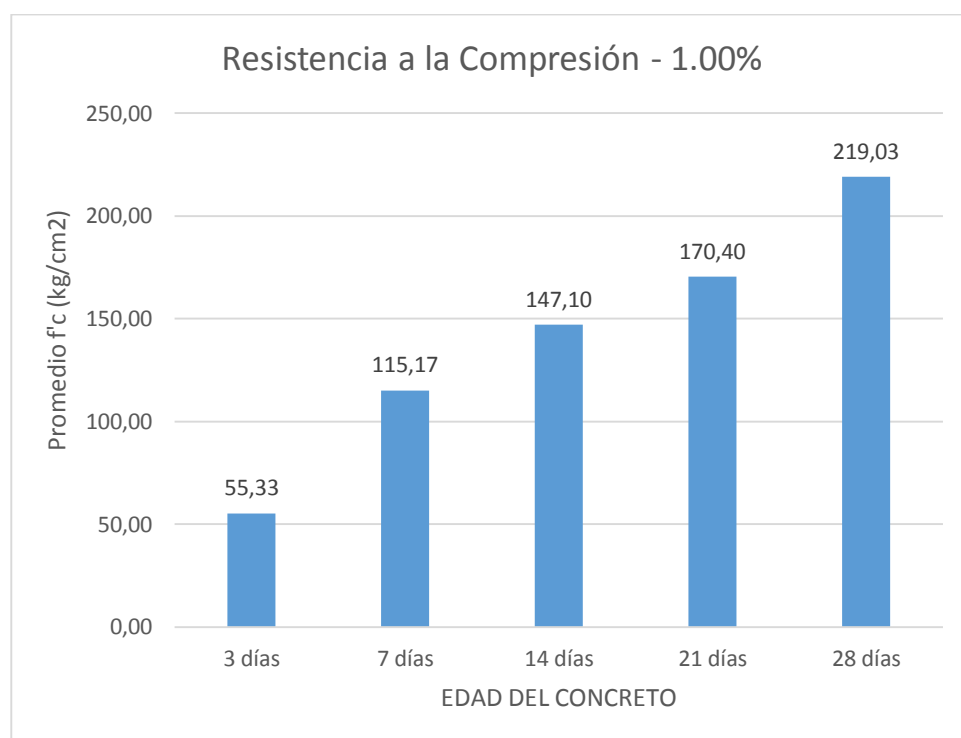
Gráfico 13: *Evolución de la resistencia a la compresión (1%)*



Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de “resistencia a la compresión”, iniciando con un valor del 25.26% de la máxima resistencia a los 3 días, de 52.58% a los 7 días, del 67.16% a los 14 días, del 77.80 a los 21 días, frente a la “resistencia a la compresión obtenida a los 28 días” (100%), como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 14: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión
(1%)



Fuente: Elaboración propia.

En base a la gráfica vista, el valor obtenido a los 28 días, para un “diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, ha sido de $f'c = 219.03 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 4.30% mayor a la resistencia de diseño, para una adición de 1% de la viruta de cuero vacuno.

Tabla 21: Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 1.5%

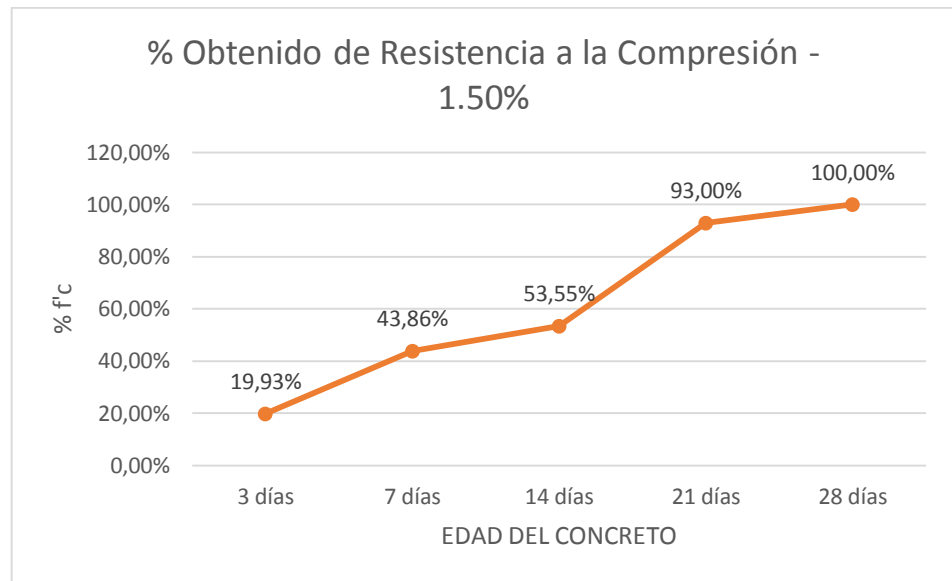
Testigo N°	Porcentaje de adición	Adición	Resistencia de diseño f'c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)
1	0%	Viruta de cuero vacuno	210	3	38.00	38.73
2			210	3	41.30	
3			210	3	36.90	
4			210	7	88.40	85.23
5			210	7	81.20	
6			210	7	86.10	
7			210	14	110.60	104.07
8			210	14	107.30	
9			210	14	94.30	
10			210	21	170.80	180.73
11			210	21	181.60	
12			210	21	189.80	
13			210	28	194.10	194.33
14			210	28	182.60	
15			210	28	206.30	

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se ha señalado, los resultados de la “resistencia a la compresión” van aumentando con la edad del concreto, obteniéndose a los 3 días de edad un valor de 38.73 kg/cm², a los 7 días un valor del 85.23 kg/cm², a los 14 días un valor del 104.07 kg/cm², a los 21 días un valor de 180.73 kg/cm² y a los 28 días un valor de 194.33 kg/cm².

En la gráfica siguiente podemos apreciar la “evolución de la resistencia a la compresión” en función de la máxima resistencia obtenida a los 28 días de edad.

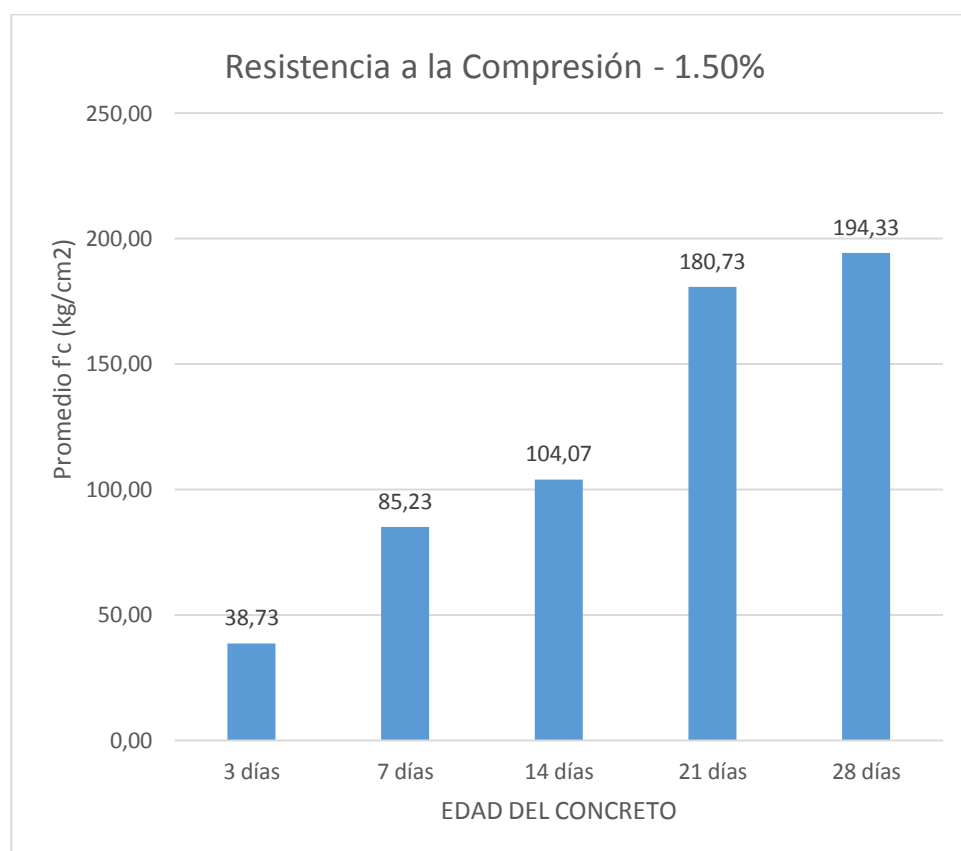
Gráfico 15: *Evolución de la resistencia a la compresión (1.5%)*



Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de “resistencia a la compresión”, iniciando con un valor del 19.93% de la máxima resistencia a los 3 días, de 43.86% a los 7 días, del 53.55% a los 14 días, del 93.00 a los 21 días, frente a la “resistencia a la compresión” obtenida a los 28 días (100%), como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 16: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión
(1.5%)



Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica anterior se tiene que, el valor obtenido a los 28 días, para un “diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, ha sido de $f'c = 194.33 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 7.46% menor a la resistencia de diseño, para una adición de 1.5% de la viruta de cuero vacuno.

Tabla 22: Resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto – 2%

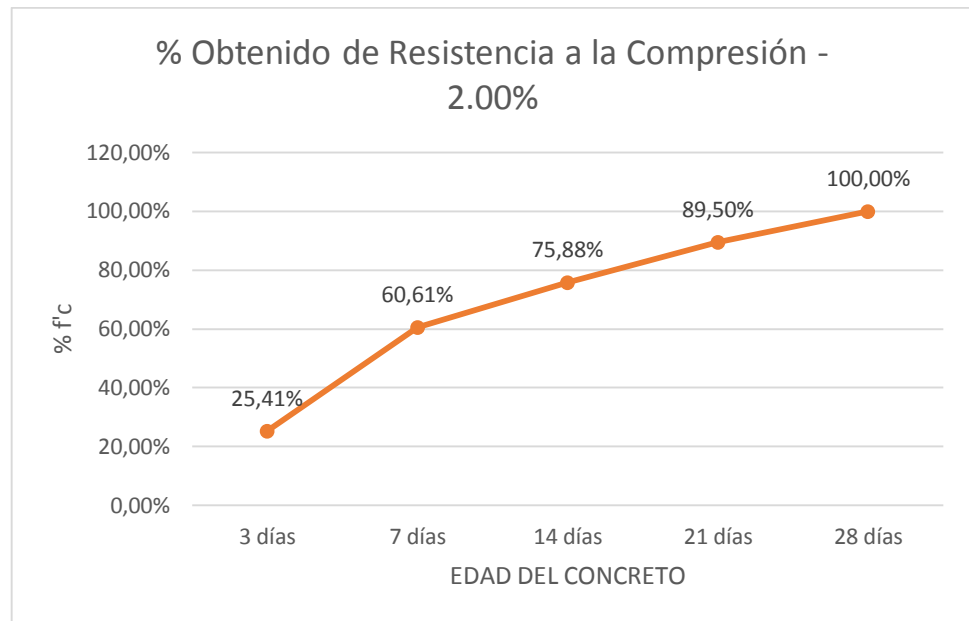
Testigo N°	Porcentaje de adición	Adición	Resistencia de diseño f'c (kg/cm ²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)
1	0%	Viruta de cuero vacuno	210	3	34.70	32.67
2			210	3	31.70	
3			210	3	31.60	
4			210	7	76.70	77.90
5			210	7	77.20	
6			210	7	79.80	
7			210	14	100.60	97.53
8			210	14	95.20	
9			210	14	96.80	
10			210	21	111.80	115.03
11			210	21	113.50	
12			210	21	119.80	
13			210	28	131.90	128.53
14			210	28	123.90	
15			210	28	129.80	

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos apreciar, “los resultados de resistencia a la compresión” van aumentando con la “edad del concreto”, obteniéndose a los 3 días de edad un valor de 32.67 kg/cm², a los 7 días un valor del 77.90 kg/cm², a los 14 días un valor del 97.53 kg/cm², a los 21 días un valor de 115.03 kg/cm² y a los 28 días un valor de 128.53 kg/cm².

En la gráfica siguiente podemos apreciar la evolución de la “resistencia a la compresión” en función de la máxima resistencia obtenida a los 28 días de edad.

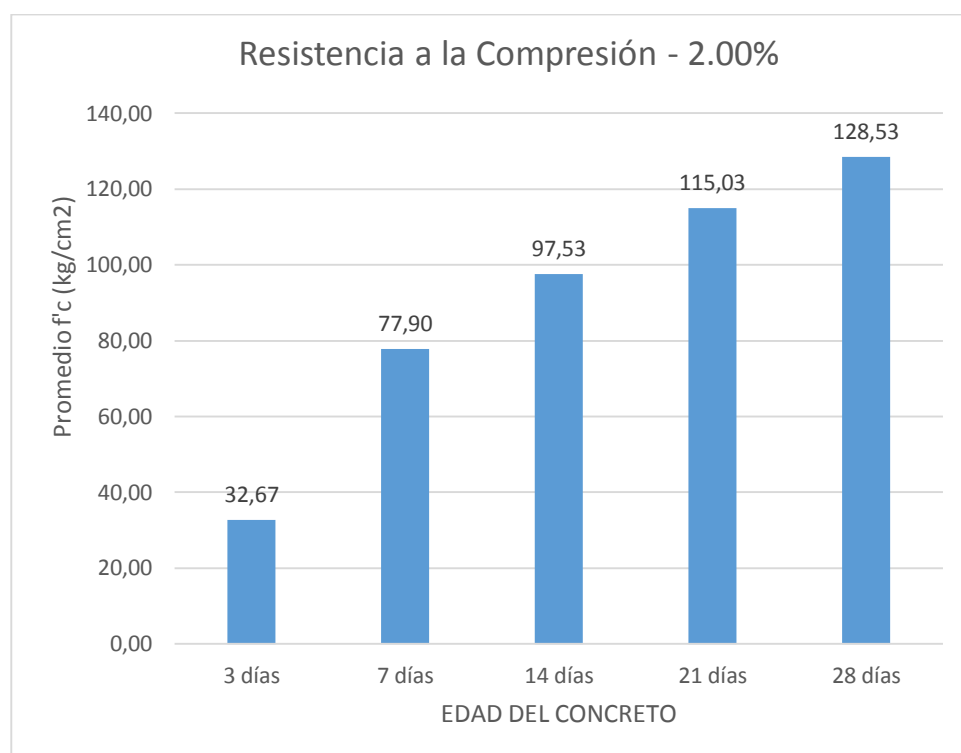
Gráfico 17: *Evolución de la resistencia a la compresión (2%)*



Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, se han obtenido los siguientes valores de “resistencia a la compresión”, iniciando con un valor del 25.41% de la máxima resistencia a los 3 días, de 60.61% a los 7 días, del 75.88% a los 14 días, del 85.50 a los 21 días, frente a la “resistencia a la compresión” obtenida a los 28 días (100%), como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 18: Comparativo de resultados de resistencia a la compresión
(2%)



Fuente: Elaboración propia.

Podemos apreciar que, el valor obtenido a los 28 días, para un “diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, ha sido de $f'c = 128.53 \text{ kg/cm}^2$, es decir, se ha logrado un valor 38.79% menor a la resistencia de diseño, para una adición de 2% de la viruta de cuero vacuno.

A continuación podemos apreciar el resumen de “resistencia a la compresión” alcanzada a los 3 días de edad del concreto, para todos los “porcentajes de adición de viruta de cuero vacuno” al concreto:

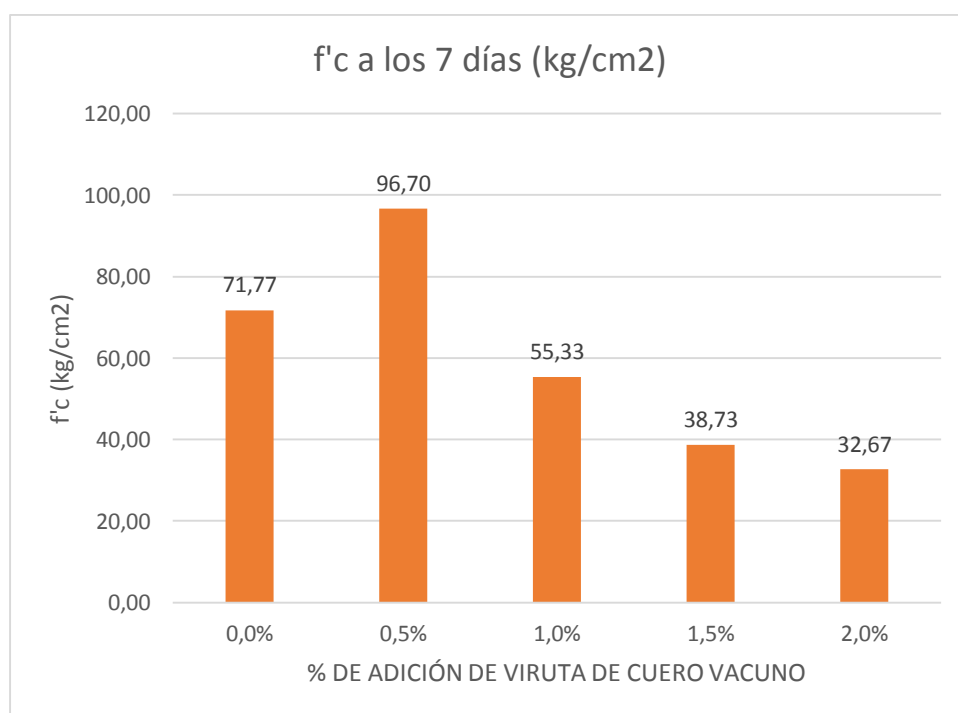
Tabla 23: Resumen resistencia a la compresión a los 3 días.

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 7 días f'c (kg/cm ²)
0.0%	71.77
0.5%	96.70
1.0%	55.33
1.5%	38.73
2.0%	32.67

Fuente: Elaboración propia.

En relación a lo anteriormente visto, el valor de la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno, logra el mayor valor a los 3 días de edad del concreto.

Gráfico 19: Resumen resistencia a la compresión a los 3 días.



Fuente: Elaboración propia.

Podemos apreciar que la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 3 días de edad del concreto, superando al valor alcanzado por la muestra patrón, al alcanzar un porcentaje de 134.74%, es decir 34.74% mayor al valor de la muestra patrón.

A continuación podemos apreciar el resumen de “resistencia a la compresión” alcanzada a los 7 días de edad del concreto, para todos los “porcentajes de adición de viruta de cuero vacuno” al concreto:

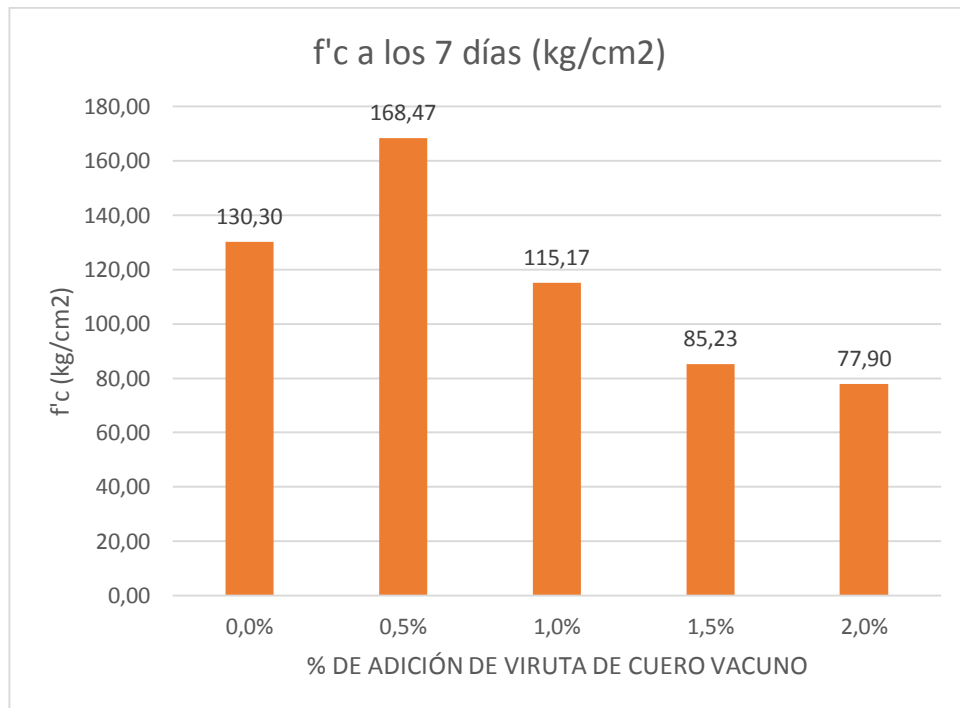
Tabla 24: *Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.*

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 7 días f'c (kg/cm ²)
0.0%	130.30
0.5%	168.47
1.0%	115.17
1.5%	85.23
2.0%	77.90

Fuente: Elaboración propia.

Podemos apreciar que, el valor de la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno, logra el mayor valor a los 7 días de edad del concreto.

Gráfico 20: Resumen resistencia a la compresión a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia.

En base a lo visto, se tiene que la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 7 días de edad del concreto, superando al valor alcanzado por la muestra patrón, al alcanzar un porcentaje de 129.29%, es decir 29.29% mayor al valor de la muestra patrón.

Asimismo, podemos apreciar el resumen de “resistencia a la compresión” alcanzada a los 14 días de edad del concreto, para todos los “porcentajes de adición de viruta de cuero vacuno” en el concreto:

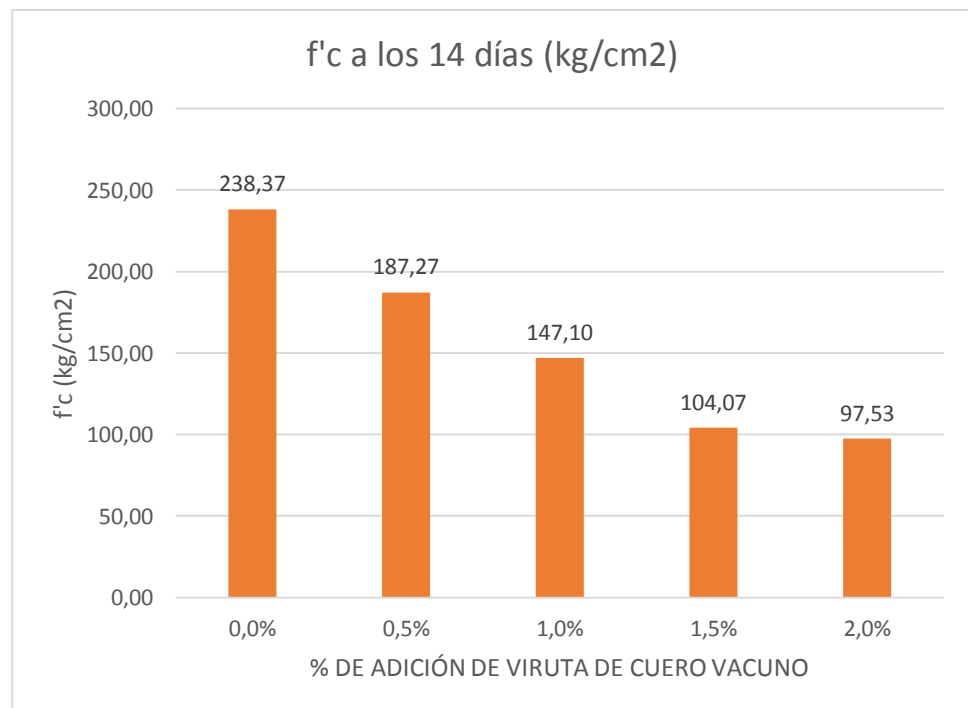
Tabla 25: Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 14 días f_c (kg/cm ²)
0.0%	238.37
0.5%	187.27
1.0%	147.10
1.5%	104.07
2.0%	97.53

Fuente: Elaboración propia.

Tal como hemos apreciado en la tabla anterior, el valor la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno, logra el mayor valor a los 14 días de edad del concreto.

Gráfico 21: Resumen resistencia a la compresión a los 14 días.



Fuente: Elaboración propia.

Hemos visto que, la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 14 días de edad del concreto, pero no supera al valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 78.56% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

Se aprecia a continuación, el resumen de “resistencia a la compresión” alcanzada a los 21 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de adición de viruta de cuero vacuno artesanal en el concreto:

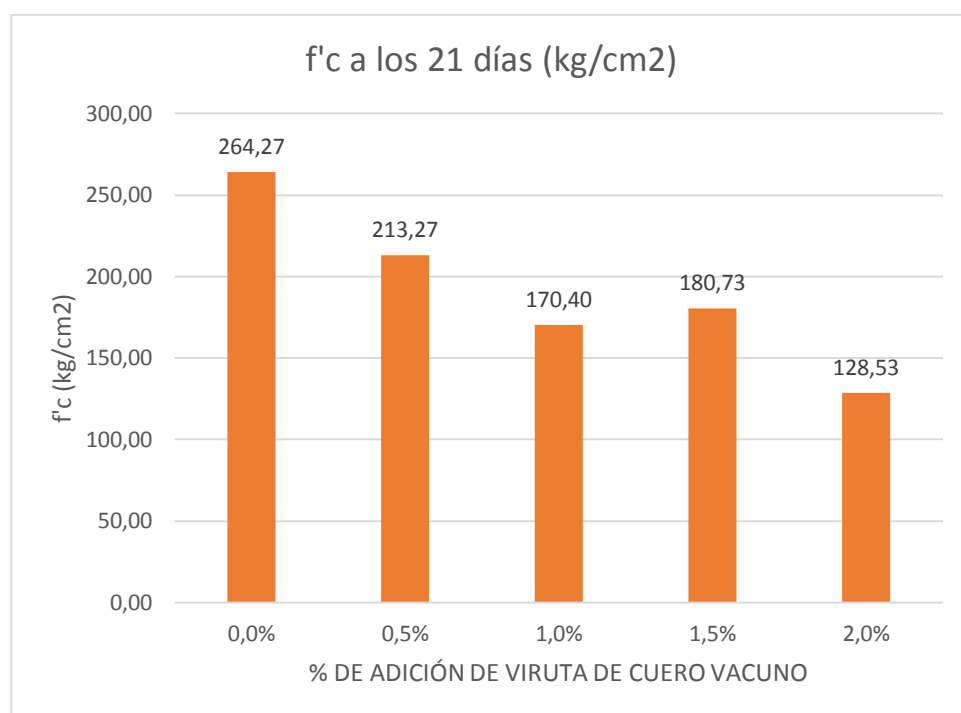
Tabla 26: *Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.*

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 21 días f'c (kg/cm ²)
0.0%	264.27
0.5%	213.27
1.0%	170.40
1.5%	180.73
2.0%	128.53

Fuente: Elaboración propia.

En base a lo visto, el valor la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno, logra el mayor valor a los 21 días de edad del concreto.

Gráfico 22: Resumen resistencia a la compresión a los 21 días.



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 21 días de edad del concreto, pero no supera al valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 80.70% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

Por último, se aprecia a continuación, el resumen de “resistencia a la compresión” alcanzada a los 28 días de edad del concreto, para todos los porcentajes de adición de viruta de cuero vacuno artesanal en el concreto:

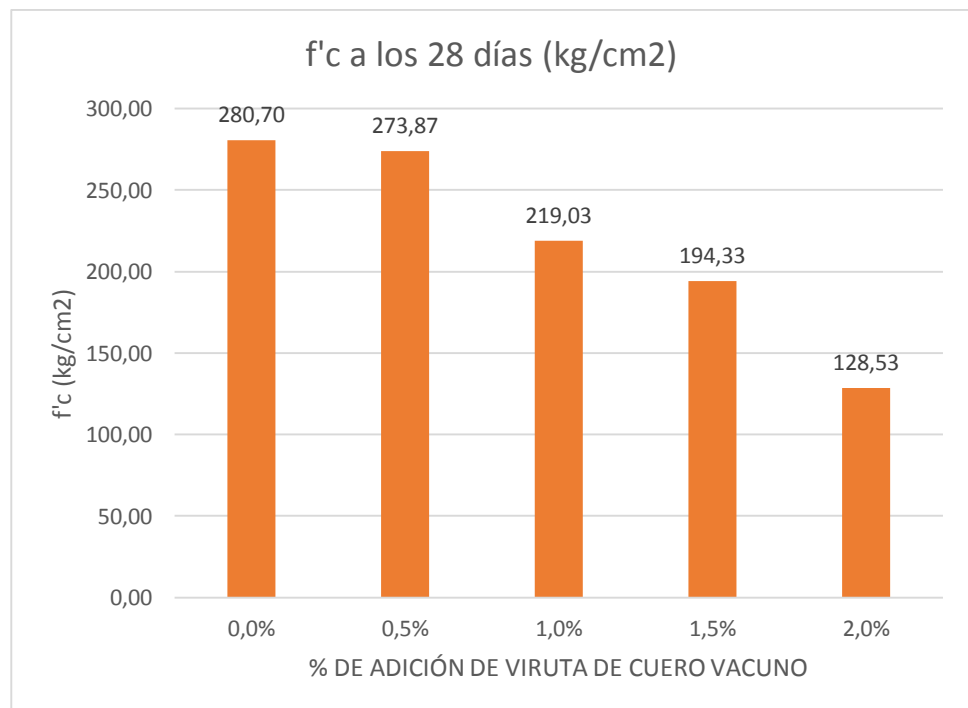
Tabla 27: Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 28 días f'c (kg/cm ²)
0.0%	280.70
0.5%	273.87
1.0%	219.03
1.5%	194.33
2.0%	128.53

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior, se tiene que, el valor de la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno, logra el mayor valor a los 28 días de edad del concreto.

Gráfico 23: Resumen resistencia a la compresión a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que la dosificación al 0.5% de adición logra el mayor valor a los 28 días de edad del concreto, pero no supera al valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 97.57%, frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

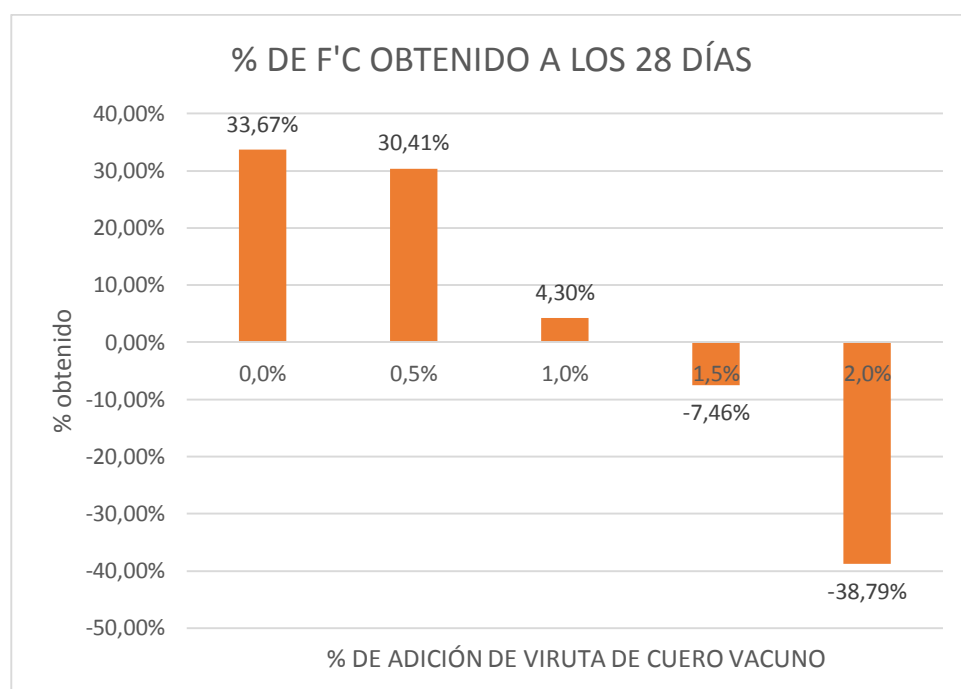
Frente al valor de la “resistencia de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)”, la “resistencia a la compresión” obtenida a los 28 días para cada una de las adiciones de viruta de cuero vacuno, se pueden apreciar a continuación:

Tabla 28: *Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño.*

Porcentaje de adición	% de Resistencia a la compresión a de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ obtenida
0.0%	33.67%
0.5%	30.41%
1.0%	4.30%
1.5%	-7.46%
2.0%	-38.79%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 24: Resistencia a la compresión frente al $f'c$ de diseño.



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que es el concreto con la adición de viruta de cuero vacuno al 0.5%, la dosificación que logra el mayor valor de “resistencia a la compresión” a los 28 días de edad del concreto, pero no supera al valor de la “resistencia a la compresión” de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) alcanzando un 97.57%.

Por lo tanto, respecto a la adición de viruta de cuero vacuno en el concreto para pavimentos rígidos, se ha podido comprobar que la resistencia lograda por la adición de viruta de cuero vacuno al 0.5% ($f'c=273.87 \text{ kg/cm}^2$) mejora la “resistencia a la compresión” frente a la “resistencia de diseño ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)” en un 30.41%, sin embargo, comparado con la resistencia a la compresión alcanzada por la muestra patrón ($f'c=280.70 \text{ kg/cm}^2$), no se supera este valor, alcanzando un porcentaje de 97.57%.

4.4. Resistencia a la flexotracción del concreto elaborado con viruta de cuero vacuno

La “resistencia a la flexotracción” es un parámetro muy importante para lograr comprobar la calidad del desempeño de un pavimento rígido, la podemos entender como “la medida del esfuerzo que se produce en la línea de influencia de tensión que se desarrolla al someter una viga a la flexión, o en las placas de concreto hidráulico de los pavimentos rígidos al paso de las cargas vehiculares” (Cárdenas y Lozano, 2016, p.25).

Tal como manifiesta Premezclados Lirr (2016): “Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, se recomienda que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S_c) o Módulo de Ruptura(MR) normalmente especificada a los 28 días. El módulo de ruptura se mide mediante ensayos de vigas de concreto aplicándoles cargas en los tercios de su claro de apoyo. Esta prueba está normalizada por la ASTM C78”.

En ese sentido, el “Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, a través del “Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014)”, nos indica que el “módulo de rotura (M_r) del concreto” se puede correlacionar con el “módulo de compresión del concreto” mediante la siguiente ecuación que recomienda el ACI 363:

$$M = a\sqrt{f'c}$$

En la cual el valor de $f'c$ se encuentra en kg/cm^2 y el valor de “a” varía entre 1.99 y 3.18.

Por lo tanto, para la presente investigación se ha realizado el cálculo de la “resistencia a la flexotracción del concreto”, en función de la ecuación recomendada por el ACI 363, la cual también es recomendada por el “Ministerio de Transportes y Comunicaciones”.

Respecto al valor de “a”, se consideró un valor de 2.168, tal como lo calcularon y recomiendan Robles y Sánchez (2015) en su investigación.

Los resultados del cálculo del módulo de rotura (M_r) lo podemos apreciar a continuación:

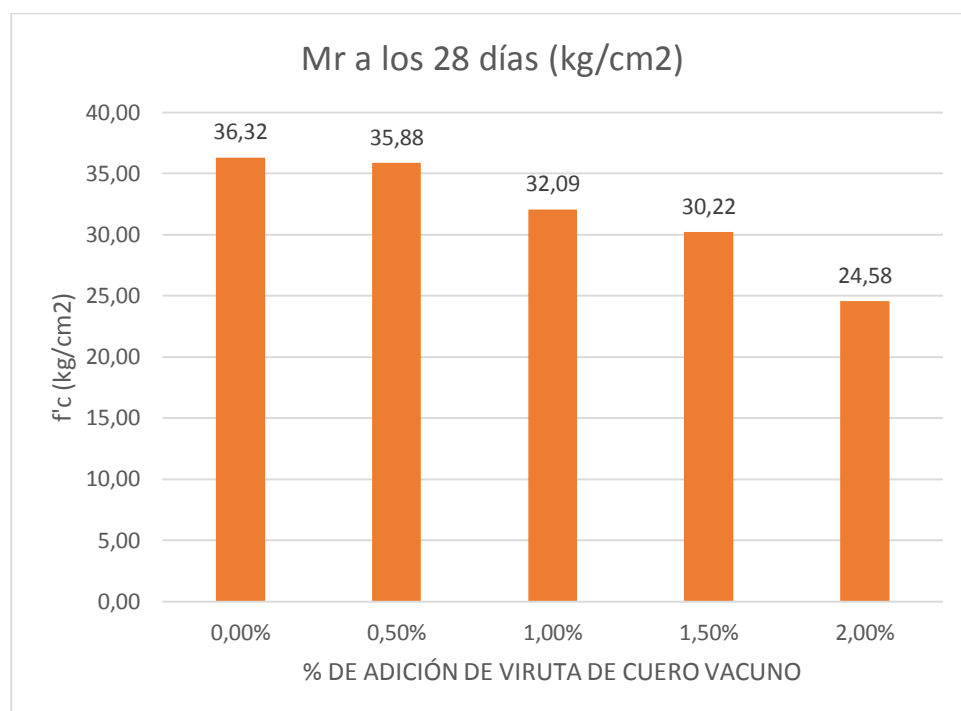
Tabla 29: *Resistencia a la flexotracción (módulo de rotura).*

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 28 días $f'c$ (kg/cm^2)	Resistencia a la flexotracción a los 28 días M_r (kg/cm^2)
0.00%	280.70	36.32
0.50%	273.87	35.88
1.00%	219.03	32.09
1.50%	194.33	30.22
2.00%	128.53	24.58

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se tiene que, es el concreto con la adición al 0.5% de los residuos de ladrillos la dosificación que logra el mayor valor de “módulo de rotura” ($M_r = 35.88 \text{ kg/cm}^2$), sin superar al valor obtenido por la muestra patrón ($M_r = 36.32 \text{ kg/cm}^2$).

Gráfico 25: Resistencia a la flexotracción a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, tenemos que el valor alcanzado por la adición al 0.5% de viruta de cuero vacuno ($Mr = 35.88 \text{ kg/cm}^2$), no supera al valor del módulo de rotura alcanzado por la muestra patrón ($Mr = 36.32 \text{ kg/cm}^2$), alcanzando 98.78% frente al patrón.

Por otro lado, el “Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma CE.010: Pavimentos Urbanos”, en la tabla 30, estipula que el valor mínimo del Módulo de Rotura para el concreto de pavimentos rígidos de vías urbanas, debe tener un valor de $Mr = 34 \text{ kg/cm}^2$, en ese sentido, la muestra patrón cumple con este parámetro, en cuanto al concreto elaborado con las distintas adiciones, podemos apreciar los resultados a continuación:

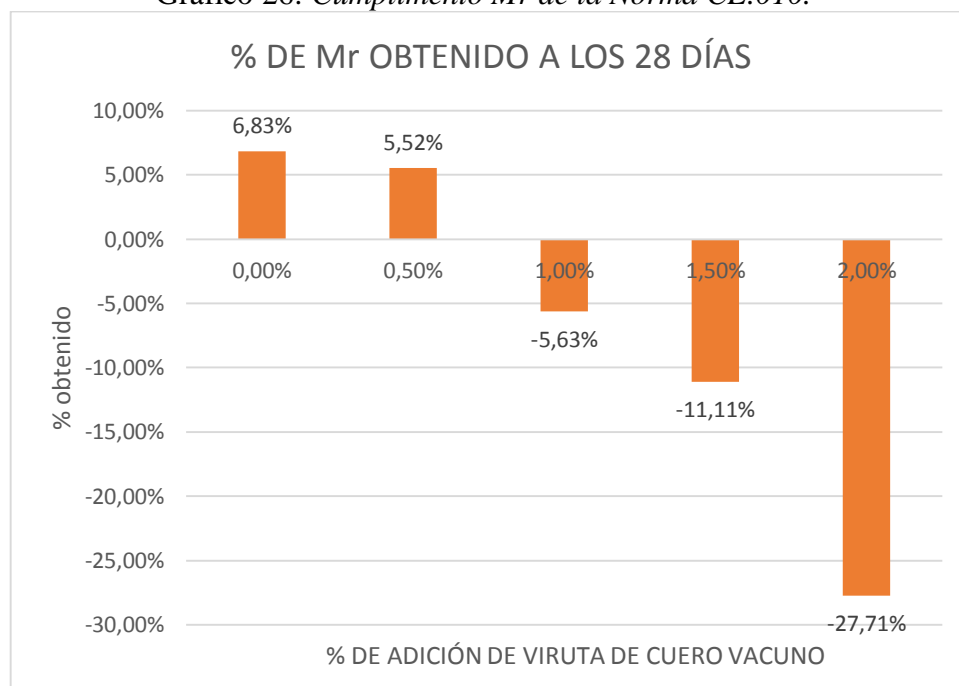
Tabla 30: *Cumplimento Mr de la Norma CE.010.*

Porcentaje de adición	% de Resistencia a la flexotracción a los 28 días Mr (kg/cm2)
0.00%	6.83%
0.50%	5.52%
1.00%	-5.63%
1.50%	-11.11%
2.00%	-27.71%

Fuente: Elaboración propia.

Podemos notar que la muestra patrón tiene un módulo de rotura que supera al mínimo de la Norma CE.010 ($Mr = 34 \text{ kg/cm}^2$) en 6.83%, así como el concreto con la dosificación que considera una adición del 0.5% de viruta de cuero vacuno, cuyo módulo de rotura supera al mínimo en 5.52%.

Gráfico 26: *Cumplimento Mr de la Norma CE.010.*



Fuente: Elaboración propia.

El resto de valores de módulo de rotura, alcanzado por los otros porcentajes de adición de residuos de ladrillos artesanales, no logra superar el valor mínimo de módulo de rotura estipulado por la “Norma CE.010: Pavimentos Urbanos”, el cual es de $M_r = 34 \text{ kg/cm}^2$.

Por lo tanto, respecto a que la adición de viruta de cuero vacuno incrementa los “valores de la resistencia a la flexotracción del concreto”, esta mejora solo se da para la dosificación que considera una adición del 0.5% de viruta de cuero vacuno cuyo módulo de rotura supera al mínimo en 5.52%, sin embargo, no supera al valor alcanzado por la muestra patrón sin la adición de cuero vacuno, que alcanza un valor 6.83% mayor al mínimo establecido.

4.5. Diseño de pavimento rígido por la metodología AASTHO 1993

En base a los resultados obtenidos para la caracterización de las propiedades obtenidas por el concreto con la adición de fibra de origen animal, en este caso, habiéndose utilizado la viruta de cuero vacuno, se ha podido determinar que es la adición de viruta de cuero vacuno al 0.5% ($f'_c=273.87 \text{ kg/cm}^2$) mejora la resistencia a la compresión frente a la resistencia de diseño ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) en un 30.41%, así como, en cuanto a la resistencia a la flexotracción, expresada a través del módulo de rotura, es el único porcentaje de adición que supera el valor mínimo establecido en la “Norma CE.010: Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones”.

Por lo tanto, en función de estos dos parámetros mecánicos del concreto se ha diseñado la estructura del pavimento rígido para la “AV. MARISCAL CÁCERES TRAMO: PLAZA LIBERTAD - AV. TACNA, DISTRITO DE

PILCOMAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE JUNÍN”, en la cual, luego de haber realizado el conteo vehicular y transformación a ejes equivalentes se tiene un tráfico de 1’018,057.32 EE clasificándose como un TP5 de acuerdo al “Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones”, así mismo, de los estudios de mecánica de suelos para determinar el CBR de la vía, se ha considerado un CBR de diseño de 6.43% considerándose como una subrasante regular, también de acuerdo al manual mencionado anteriormente.

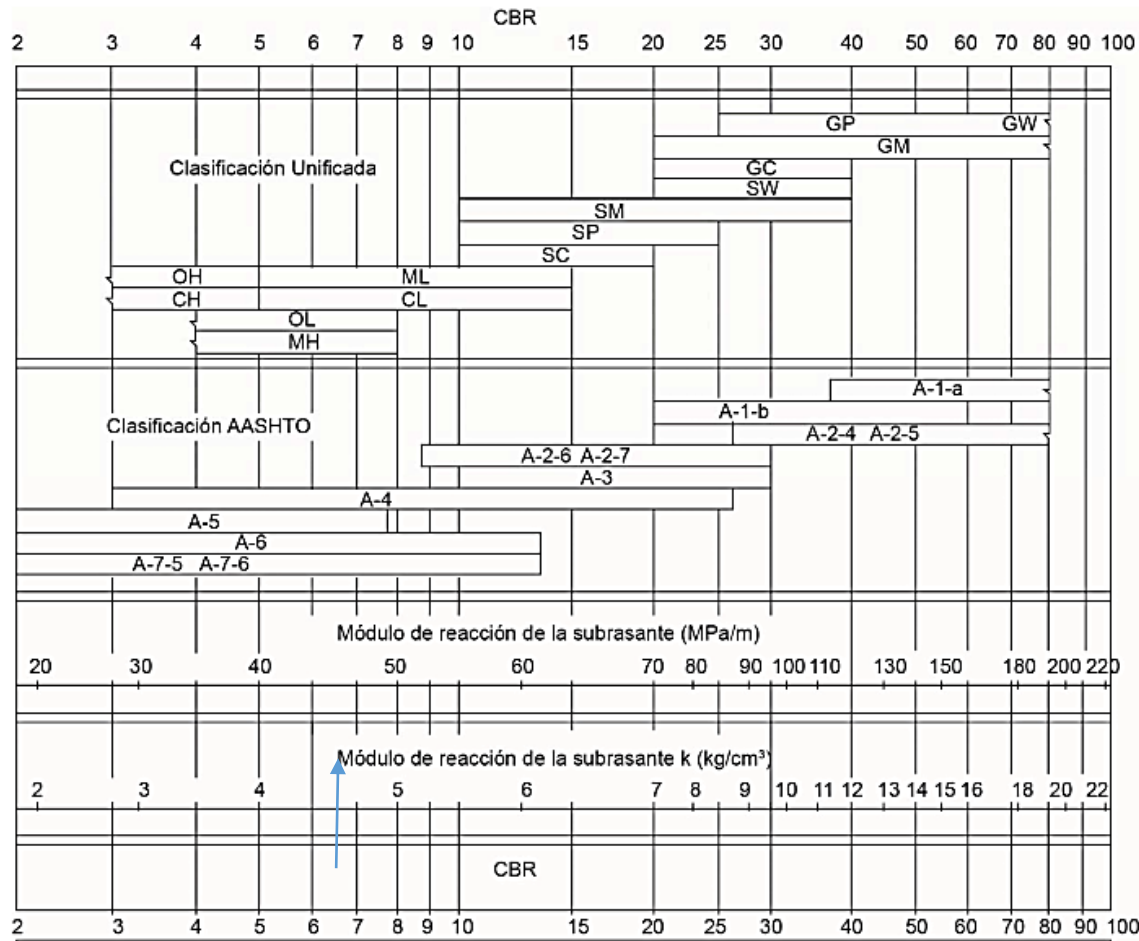
Para el “diseño de pavimento rígido por la metodología AASTHO 1993”, se han considerado los parámetros establecidos en el “Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (cuadros mencionados), debido a que estos han sido adecuados a la realidad peruana.

A continuación podemos apreciar el diseño de pavimento rígido por la metodología AASTHO 1993 para la Av. Mariscal Cáceres, para un concreto sin la adición de la viruta cuero vacuno y luego con los parámetros obtenidos experimentalmente para la adición de 0.5% de la adición de la viruta del cuero vacuno:

Tabla 31: *Diseño pavimento rígido (AASHTO 93) para concreto sin adición de la fibra de origen animal*

<u>DATOS GENERALES:</u>			
NUMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 Ton	w18 =	1,018,057.32	(Del Estudio de Tráfico)
TIPO DE TRAFICO PAVIMENTADO	Tp =	5	(Cuadro 14.2)
CONFIABILIDAD	R =	85%	(Cuadro 14.5)
COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL	Zr =	-1.036	(Cuadro 14.5)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	So =	0.35	(0.30 - 0.40)
SERVICIABILIDAD INICIAL	Pi =	4.30	(Cuadro 14.4)
SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL	Pt =	2.50	(Cuadro 14.4)
VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD	Δ PSI =	1.80	(Cuadro 14.4)

DATOS DEL SUELO					
<i>Subrasante:</i>					
CBR DE DISEÑO	Sub Rasante	6.43	%	(Del EMS)	
MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE "K"	Sub Rasante	4.48	kg/cm3	(Cuadro 14.1)	



<i>Sub base:</i>				
Espesor Propuesto		15.00	cm	
CBR SUB BASE		40.00	%	(Cuadro 14.6)
MODULO DE REACCIÓN COMBINADO "Kc"	K1 =	12.00	kg/cm3	(Figura 14.1)
	K0 =	4.48	kg/cm3	(Figura 14.1)
	h =	15.00	cm	
	$KC = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K1}{K0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} \times K0$			
				0.50
	KC =	$\left(1.00 + 0.156 \times 1.929 \right)$		* 4.48
KC =	1.14	*	4.48	
KC =	5.11		kg/cm3	
KC =	51.10		MPa/m	

<u>DATOS DEL CONCRETO</u>						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	f'c =	210 kg/cm2	2,986.20	psi (lb/pulg2)	20.57	Mpa
RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO	S'c = Mr =	34 kg/cm2	483.48	psi (lb/pulg2)	3.33	Mpa
MODULO ELÁSTICO DEL CONCRETO	E =		3,114,829.66	psi (lb/pulg2)	21,461.18	Mpa

* De acuerdo a la Tabla 30 de la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos se requiere un $Mr \geq 34$ kg/cm2.

<u>COEFICIENTE DE DRENAJE</u>						
COEFICIENTE DE DRENAJE	Cd =	1.00			<i>(Cuadro 14.9)</i>	

* Conservadoramente se elige un Cd igual a 1, considerando los 4 meses de lluvia en el distrito de Chilca y las buenas condiciones de drenaje del material de la sub base granular.

<u>MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS</u>						
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGA	J =	2.80			<i>(Cuadro 14.10)</i>	

<u>CALCULO DEL ESPESOR REQUERIDO</u>						
	W_{8.2} =	1,018,057.32	Mr =	3.33	MPa	

Zr =	-1.036	Cd =	1.00	
So =	0.35	J =	2.80	
Δ PSI =	1.80	Ec =	21,461.18	MPa
Pt =	2.50	Kc =	51.10	MPa/m
ESPESOR DE PAVIMENTO DE CONCRETO PROPUESTO	D =	20 cm	200 mm	

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

$$6.01 \quad \equiv \quad -0.36 \quad 6.90 \quad -0.19 \quad -0.14$$

$$6.01 \quad \leq \quad 6.21$$

CUMPLE

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO

*Periodo de Diseño
20 años*

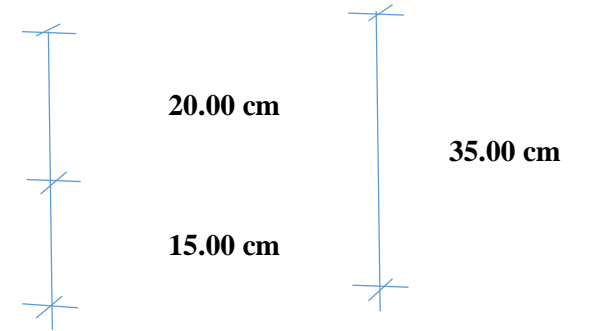
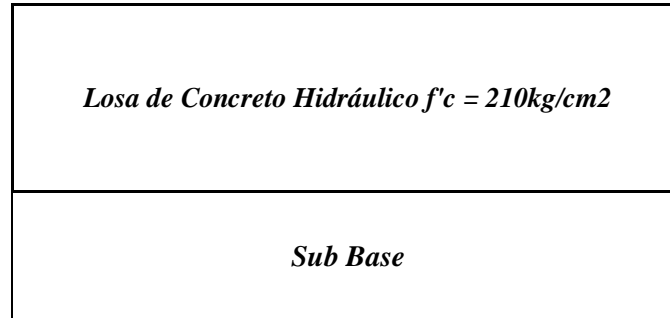
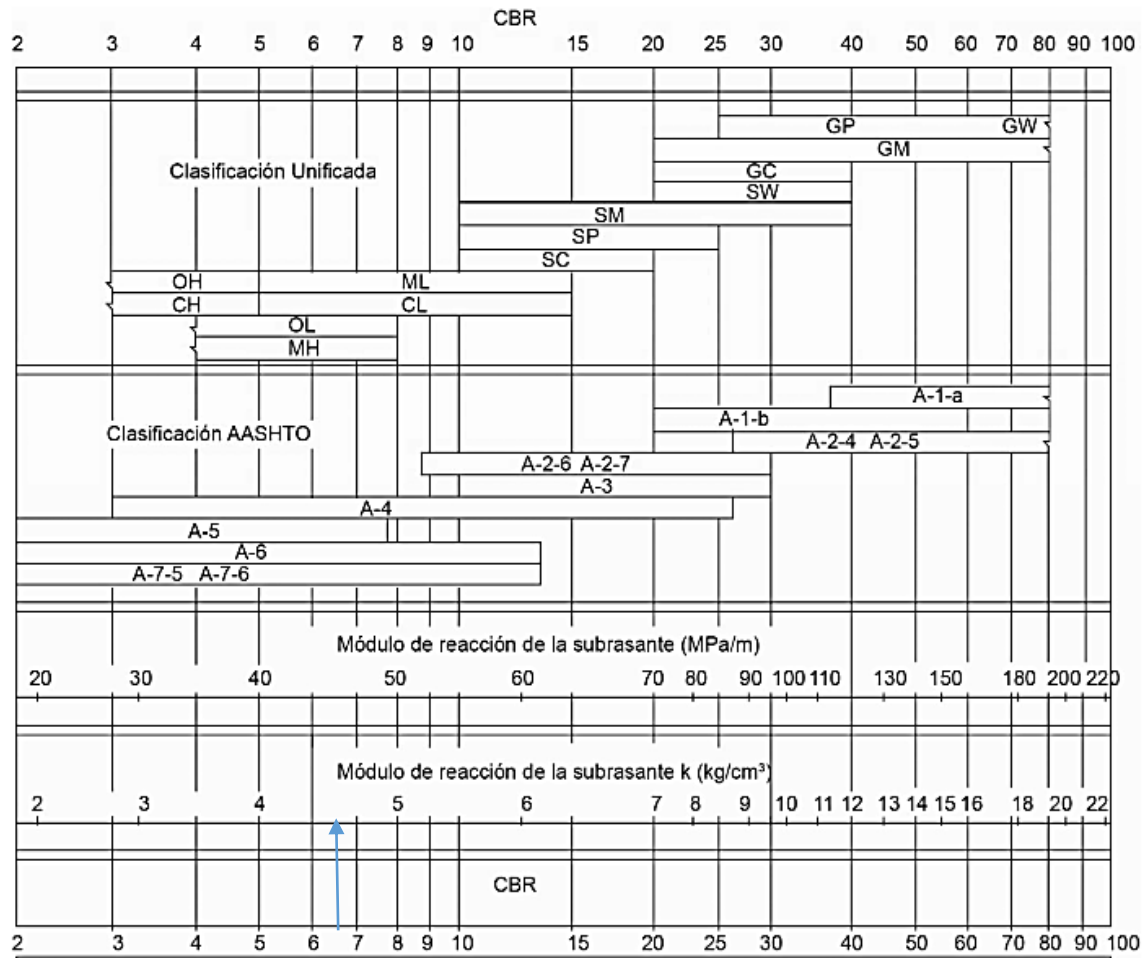


Tabla 32: *Diseño pavimento rígido (AASHTO 93) para concreto con adición de 0.5% de fibra de origen animal*

<u>DATOS GENERALES:</u>			
NUMERO DE REPETICIONES ACUMULADAS DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 Ton	w18 =	1,018,057.32	(Del Estudio de Tráfico)
TIPO DE TRAFICO PAVIMENTADO	Tp =	5	(Cuadro 14.2)
CONFIABILIDAD	R =	85%	(Cuadro 14.5)
COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL	Zr =	-1.036	(Cuadro 14.5)
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	So =	0.35	(0.30 - 0.40)
SERVICIABILIDAD INICIAL	Pi =	4.30	(Cuadro 14.4)
SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL	Pt =	2.50	(Cuadro 14.4)
VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD	Δ PSI =	1.80	(Cuadro 14.4)

DATOS DEL SUELO					
<i>Subrasante:</i>					
CBR DE DISEÑO	Sub Rasante	6.43	%	(Del EMS)	
MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE "K"	Sub Rasante	4.48	kg/cm ³	(Cuadro 14.1)	



<i>Sub base:</i>									
Espesor Propuesto		15.00	cm						
CBR SUB BASE		40.00	%	(Cuadro 14.6)					
MODULO DE REACCIÓN COMBINADO "Kc"	K1 =	12.00	kg/cm3	(Figura 14.1)					
	K0 =	4.48	kg/cm3	(Figura 14.1)					
	h =	15.00	cm						
	$KC = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K1}{K0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} \times K0$								
	KC =	1.00	+	0.156	*	1.929)	*	4.48
	KC =	1.14	*	4.48					
	KC =	5.11		kg/cm3					

	KC =	51.10	MPa/m
--	-------------	--------------	--------------

<u>DATOS DEL CONCRETO</u>						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	f'c =	273.87 kg/cm2	3,894.43	psi (lb/pulg2)	26.83	Mpa
RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO	S'c = Mr =	35.88 kg/cm2	510.21	psi (lb/pulg2)	3.52	Mpa
MODULO ELÁSTICO DEL CONCRETO	E =		3,557,106.00	psi (lb/pulg2)	24,508.46	Mpa

* De acuerdo a la Tabla 30 de la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos se requiere un $M_r \geq 34$ kg/cm2.

<u>COEFICIENTE DE DRENAJE</u>						
COEFICIENTE DE DRENAJE	Cd =	1.00			<i>(Cuadro 14.9)</i>	

* Conservadoramente se elige un Cd igual a 1, considerando los 4 meses de lluvia en el distrito de Chilca y las buenas condiciones de drenaje del material de la sub base granular.

<u>MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS</u>						
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGA	J =	2.80			<i>(Cuadro 14.10)</i>	

<u>CALCULO DEL ESPESOR REQUERIDO</u>						

$W_{8.2} =$	1,018,057.32	$Mr =$	3.52	MPa
$Z_r =$	-1.036	$Cd =$	1.00	
$S_o =$	0.35	$J =$	2.80	
$\Delta PSI =$	1.80	$E_c =$	24,508.46	MPa
$P_t =$	2.50	$K_c =$	51.10	MPa/m
ESPESOR DE PAVIMENTO DE CONCRETO PROPUESTO	D =	18 cm	180 mm	

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

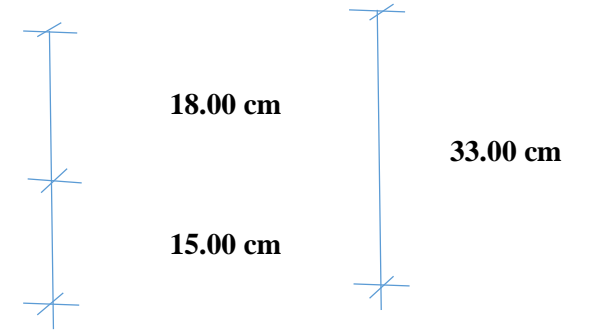
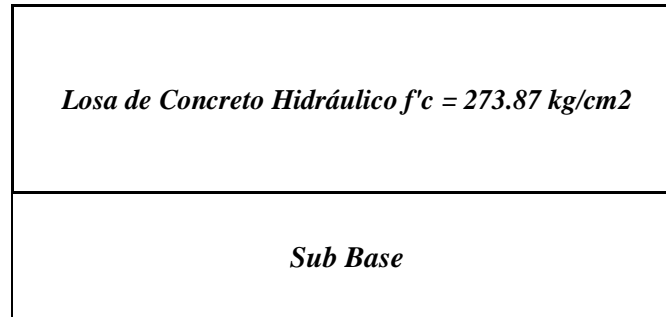
$$6.01 \quad \equiv \quad -0.36 \quad 6.61 \quad -0.17 \quad -0.06$$

$$6.01 \quad \leq \quad 6.02$$

CUMPLE

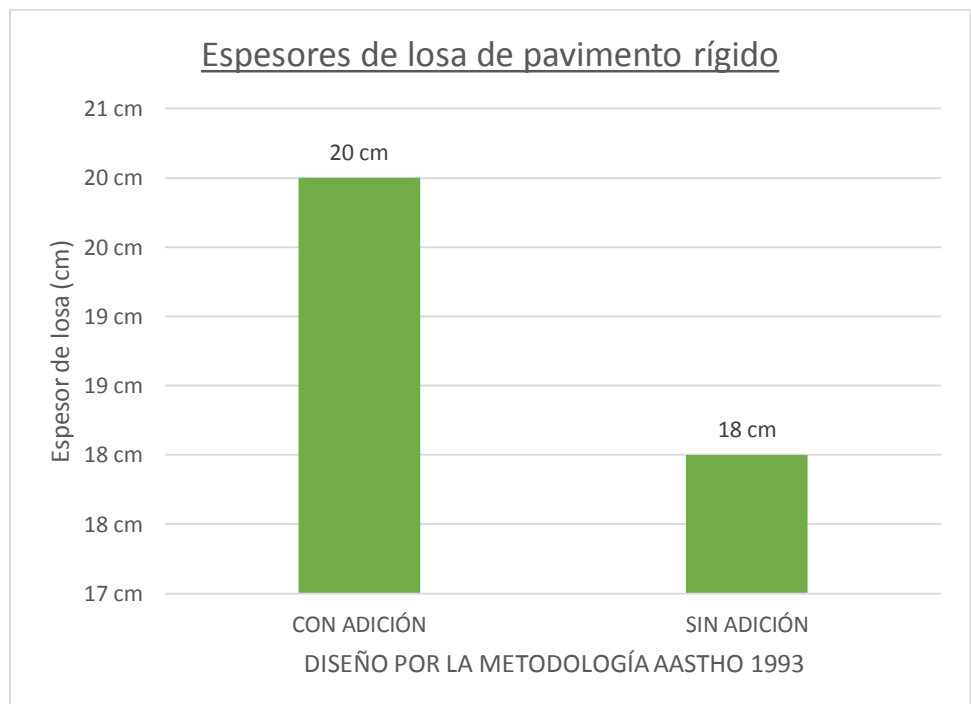
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO

*Periodo de Diseño
20 años*



Podemos apreciar que el diseño del pavimento rígido para los parámetros particulares de la Av. Mariscal Cáceres del distrito de Pilcomayo para un tráfico de 1'018,057.32 EE y un CBR de diseño de 6.43%, utilizando las propiedades y características de un concreto sin la adición de la fibra de origen animal, requiere de una sub base de 0.15 m de espesor y una losa de concreto con una “resistencia a la compresión $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ” de 0.20 m, para un periodo de diseño de 20 años, sin embargo, utilizándose las propiedades encontradas en el concreto con una adición de 0.5% de “fibra de origen animal (viruta de cuero vacuno)”, se requiere de una “sub base granular” de 0.15 m de espesor y una “losa de concreto” con una resistencia a la compresión propia de $f'c= 273.87 \text{ kg/cm}^2$ de 0.18 m, tal como se aprecia:

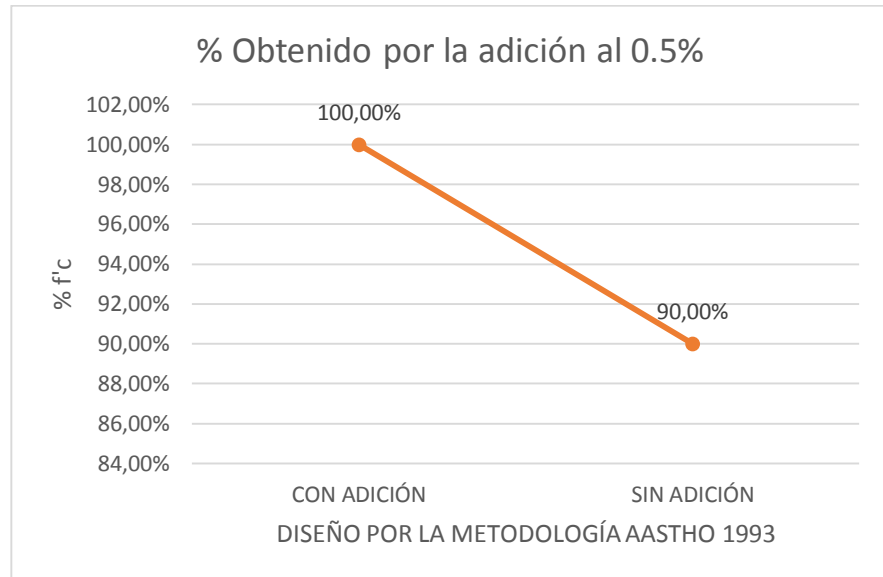
Gráfico 27: Comparativo de espesores de losa



Fuente: Elaboración propia.

La reducción en el espesor diseñado con las características del concreto con la adición de la viruta del cuero vacuno al 0.5%, es del orden del 90%, tal como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Gráfico 28: *Reducción del espesor del pavimento rígido*



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, podemos indicar que al adicionar viruta de cuero vacuno al 0.5%, se logra reducir el espesor del pavimento rígido, al realizar el diseño de AASHTO 93 en un 90% frente a los parámetros de diseño del concreto.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Hipótesis general: “El resultado es que la fibra de origen animal modifica las propiedades físicas, incrementa los valores de las propiedades mecánicas y reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico”.

De acuerdo a los ensayos de laboratorio realizados, en los cuales se ha analizado “resistencia a la compresión” con la adición de viruta de cuero vacuno en el concreto para pavimentos rígidos, se ha podido comprobar que la resistencia lograda por la adición de viruta de cuero vacuno al 0.5% mejora la “resistencia a la compresión” frente a la resistencia de diseño ($f'c=210$ kg/cm²) en un 30.41%, sin embargo, comparado con la “resistencia a la compresión” alcanzada por la muestra patrón ($f'c=280.70$ kg/cm²), no se supera este valor, alcanzando un porcentaje de 97.57%.

Asimismo, en relación a la “resistencia a la flexotracción”, expresada a través del “módulo de rotura del concreto”, la dosificación que considera una adición del 0.5% de viruta de cuero es la única adición que obtiene un “módulo de rotura” ($M_r = 35.88$ kg/cm²), que supera al mínimo establecido en el “Reglamento Nacional de Edificaciones” en su “Norma CE.010: Pavimentos Urbanos”, en 5.52%, sin embargo, no supera al valor

alcanzado por la muestra patrón sin la adición de cuero vacuno, que alcanza un valor 6.83% mayor al mínimo establecido.

En ese sentido, considerando los valores obtenidos experimentalmente para la adición del 0.5% de viruta de cuero vacuno, se ha visto que en el diseño del pavimento rígido por la metodología AASTHO 1993, para los parámetros de diseño de la “AV. MARISCAL CÁCERES TRAMO: PLAZA LIBERTAD - AV. TACNA, DISTRITO DE PILCOMAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE JUNÍN”, en la cual, luego de haber realizado el conteo vehicular y transformación a ejes equivalentes se tuvo un tráfico de 1’018,057.32 EE proyectado para un periodo de diseño de 20 años y un CBR de diseño de 6.43%, comparado a un “diseño de pavimento rígido” sin la adición de la viruta de cuero vacuno, para la cual se obtuvo un espesor de losa de concreto de 20 cm, el diseño con la adición de 0.5% de la viruta de cuero vacuno, ha obtenido un espesor menor de 18 cm, es decir, un 90.00% menor frente a los parámetros convencionales.

Debido a estas razones, podemos determinar que fibra de origen animal (viruta de cuero vacuno) puede ser utilizada como aditivo en el concreto para pavimentos rígidos, generando beneficios, como la reducción del espesor de la losa de concreto hidráulico, por lo tanto se acepta la hipótesis general: El resultado es que la fibra de origen animal modifica las propiedades físicas, incrementa los valores de las propiedades mecánicas y reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico.

Hipótesis específica 01: “Al utilizar la fibra de origen animal se modifican los valores del asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto del concreto”.

En cuanto al “asentamiento”, las diferentes dosificaciones de concreto con las adiciones de viruta de cuero vacuno han logrado diferentes resultados. Al 0.5%, 1%, y 2% se han reducido los valores de asentamiento o slump frente a la muestra patrón, para la adición al 0.5% y 1% se ha reducido en un 80% y para la adición al 2% se ha reducido en 72%. Por otro lado, la adición al 1.5% tuvo un asentamiento mayor en 4% frente a la muestra patrón, logrando un valor de 2.60”.

En cuanto a la temperatura generada por el concreto, el concreto elaborado con la adición al 0.5% tiene la mayor temperatura, pero es menor que la temperatura obtenida por la muestra patrón, alcanzando un 95.81% de esta, la muestra patrón, sin la adición de viruta de cuero vacuno, ha logrado una temperatura de 21.5 °C, el resto de adiciones como son: al 1%, 1.5% y 2% han alcanzado temperaturas menores, solo alcanzando un 90.70%, 91.16% y 92.91%, respectivamente, frente a la muestra patrón.

En relación al contenido de aire, el concreto elaborado con las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, ha obtenido un contenido de aire mayor que el de la muestra patrón que obtuvo un valor de 1.62%, siendo de 1.86%, 1.88%, 1.90% y 1.95%, respectivamente, habiendo superado en 14.81%, 16.05%, 17.28% y 20.37%, para cada una de las adiciones mencionadas anteriormente.

Referente al peso unitario, se han obtenido diferentes resultados, a los 3 días de edad, la adición al 0.5% tiene un peso unitario, semejante al de la muestra patrón, con un valor de 1,221.42 kg/m³ y el resto de adiciones al 1%, 1.5% y 2%, tienen pesos menores, con valores del 1,182.70 kg/m³, 1,161.16 kg/m³ y 1,153.75 kg/m³, a los 7 días de edad, la adición al 0.5% tiene un peso unitario, mayor al de la muestra patrón (1,203.24 kg/m³), con un valor de 1,254.41 kg/m³, así como la adición al 1% con un valor de 1,237.24

kg/m³ y el resto de adiciones al 1.5% y 2%, tienen pesos menores, con valores de 1,195.50 kg/m³ y 1,153.75 kg/m³, respectivamente, a los 14 días de edad, las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% tienen pesos menores que la muestra patrón (1260.14 kg/m³) con valores de 1,226.81 kg/m³, 1211.32 kg/m³, 1192.47 kg/m³ y 1,182.03 kg/m³, respectivamente, a los 21 días de edad, las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% tienen pesos menores que la muestra patrón (1258.79 kg/m³) con valores de 1,217.72 kg/m³, 1,209.30 kg/m³, 1,206.61 kg/m³ y 1,173.61 kg/m³, respectivamente y a los 28 días de edad, las adiciones al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% tienen pesos menores que la muestra patrón (1257.78 kg/m³) con valores de 1,224.79 kg/m³, 1,213.00 kg/m³, 1,214.01 kg/m³ y 1,200.88 kg/m³, respectivamente.

Por lo tanto, luego de analizar los resultados obtenidos, podemos indicar que al utilizar la fibra de origen animal se modifican los valores del “asentamiento”, “peso unitario”, “contenido de aire” y “temperatura del concreto”, por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 01: Al utilizar la fibra de origen animal se modifican los valores del asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto.

Hipótesis específica 02: “Aplicando la fibra de origen animal se incrementan los valores de las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto”.

Respecto a la adición de viruta de cuero vacuno en el concreto para pavimentos rígidos, se ha podido comprobar que la resistencia a la compresión para la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 3 días de edad del concreto, superando al valor alcanzado por la muestra patrón, al alcanzar un porcentaje de 134.74%, es decir 34.74% mayor al valor de la muestra patrón. Asimismo, la

dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 7 días de edad del concreto, superando al valor alcanzado por la muestra patrón, al alcanzar un porcentaje de 129.29%, es decir 29.29% mayor al valor de la muestra patrón. Así también, la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 14 días de edad del concreto, pero no supera al valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 78.56% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón. Asimismo, la dosificación al 0.5% de adición de viruta de cuero vacuno logra el mayor valor a los 21 días de edad del concreto, pero no supera al valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 80.70% frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón y por último, la dosificación al 0.5% de adición logra el mayor valor a los 28 días de edad del concreto, pero no supera al valor obtenido por la muestra patrón, alcanzando un porcentaje de 97.57%, frente a la resistencia alcanzada por la muestra patrón.

Respecto a que la adición de viruta de cuero vacuno incrementa los valores de la “resistencia a la flexotracción del concreto”, esta mejora solo se da para la dosificación que considera una adición del 0.5% de viruta de cuero vacuno cuyo módulo de rotura supera al mínimo en 5.52%, sin embargo, no supera al valor alcanzado por la muestra patrón sin la adición de cuero vacuno, que alcanza un valor 6.83% mayor al mínimo establecido.

Por lo tanto, luego de realizar el análisis de los resultados obtenidos podemos indicar que es la dosificación al 0.5% de viruta de cuero vacuno al concreto, la que incrementa los valores de las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto, frente a la resistencia de diseño ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$), en ese

sentido se acepta la hipótesis específica 02: Aplicando la fibra de origen animal se incrementan los valores de las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto.

Hipótesis específica 03: “La aplicación de la fibra de origen animal reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico, al realizar el diseño de pavimento rígido AASHTO 93”.

Al respecto, el diseño del pavimento rígido para los parámetros particulares de la Av. Mariscal Cáceres del distrito de Pilcomayo para un tráfico de 1'018,057.32 EE y un CBR de diseño de 6.43%, utilizando las propiedades y características de un concreto sin la adición de la fibra de origen animal, requiere de una sub base de 0.15 m de espesor y una losa de concreto con una “resistencia a la compresión $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ” de 0.20 m, para un periodo de diseño de 20 años, sin embargo, utilizándose las propiedades y características del concreto con una adición de 0.5% de fibra de origen animal (viruta de cuero vacuno), requiere de una sub base granular de 0.15 m de espesor y una losa de concreto con una resistencia a la compresión propia de $f'c= 273.87 \text{ kg/cm}^2$ de 0.18 m. La reducción en el espesor diseñado con las características del concreto con la adición de la “viruta del cuero” vacuno al 0.5%, es del orden del 90%.

Por lo tanto, se ha identificado que la aplicación de la fibra de origen animal reduce el espesor de la “losa de concreto hidráulico”, al realizar el “diseño de pavimento rígido mediante la metodología AASHTO 93”, cuando la adición de la viruta de cuero vacuno es del orden del 0.5%, en ese sentido se acepta la hipótesis específica 03: La aplicación de la fibra de origen animal reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico, al realizar el diseño de pavimento rígido AASHTO 93.

CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos se determina que la fibra de origen animal (viruta de cuero vacuno) modifica las propiedades físicas, incrementa los valores de las propiedades mecánicas, ya que, la adición al 0.5% de la fibra genera beneficios, como la reducción del espesor de la losa de concreto hidráulico, así como cumple los parámetros establecidos por la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos, en lo que se refiere a módulo de rotura y resistencia a la compresión.
2. De acuerdo a la investigación realizada, se establece que el resultado de utilizar la fibra de origen animal (viruta de cuero vacuno) modifica los valores del asentamiento, del peso unitario, del contenido de aire y de la temperatura del concreto, produciéndose valores diferentes de acuerdo a la adición de la fibra considerada, los valores con la adición de 0.5% de la fibra generan los mejores resultados.
3. Luego del análisis de las propiedades mecánicas del concreto, el resultado que se tiene es que la adición de viruta de cuero vacuno al 0.5% mejora la resistencia a la compresión frente a la resistencia de diseño en un 30.41%, así como, en cuanto a la resistencia a la flexotracción, expresada a través del módulo de rotura, es el único porcentaje de adición que supera el valor mínimo establecido en la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones que es de 34 kg/cm² para un $f'c=210$ kg/cm².
4. Se ha identificado que la aplicación de la fibra de origen animal reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico en un 10% al realizar el diseño de pavimento rígido

mediante la metodología AASHTO 93, lo cual permite el ahorro de Cemento Portland Tipo I, cumpliendo los parámetros establecidos en la Norma CE.010 del RNE.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la adición de viruta de cuero vacuno al 0.5% del volumen de concreto a fin de generar beneficios en el concreto a ser utilizado en pavimentos rígidos de vías urbanas, cumpliendo lo estipulado en la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos.
2. Asimismo, se recomienda, el empleo de viruta de cuero vacuno al 0.5% del volumen de concreto a fin de incrementar los valores de la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos hasta en un 30.41% mayor.
3. A fin de incrementar la resistencia a la flexo-tracción del concreto hidráulico para pavimentos rígidos de vías urbanas, se recomienda la adición de viruta de cuero vacuno en la preparación de concreto con una adición de 0.5% de viruta de cuero vacuno, ya que el resultado obtenido ($M_r=35.88 \text{ kg/cm}^2$) supera el valor mínimo establecido para el módulo de rotura en la Norma CE.010 ($M_r=34 \text{ kg/cm}^2$).
4. El concreto con adición de viruta de cuero vacuno en un 0.5% del volumen de la mezcla, se recomienda para reducir el espesor de la losa de concreto hidráulico hasta en un 10%, al realizarse el diseño de pavimentos rígidos por la metodología AASTHO 1993 y por ende se reduce la cantidad de Cemento Portland Tipo I.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F., 2009. *Tecnología del concreto* [en línea]. 2009. Perú: s.n. ISBN 978-612-302-060-6. Disponible en: <https://bit.ly/2VZWHge>
- Asociación Americana de Ensayo de Materiales (EE.UU. y Canadá). ASTM C33-03 *Especificación Normalizada de Agregados para Concreto 2019*.
- Becerra (2013). “*Comparación Técnica–Económica de las Alternativas de Pavimentación Flexible Y Rígida A Nivel de Costo de Inversión*”. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Castagne, A. (2013) “*Es Conveniente Reforzar El Concreto Con Viruta De Cuero, En Lima*”. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- DNP (2017). “*Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito*”, Bogotá, Colombia: Dirección Nacional de Planeamiento-Mintransporte.
- Facultad de Ciencias y Tecnología - UMSS (2014). “*Manual Completo de Diseño de Pavimentos*”. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Fernández, M. (2016). “*Cómo iniciarse en la investigación académica*”, Lima, Perú: PUCP.
- Hernández, R; Fernández, R; Baptista, L. (2014). “*Metodología de la Investigación*” (6ta edición), México: Mc Graw Hill.
- Menéndez, J. (2016). “*Ingeniería de Pavimentos-Materiales*”. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Menéndez, J. (2016). “*Ingeniería de Pavimentos-Variables de Diseño*”. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Menéndez, J. (2016). “*Ingeniería de Pavimentos-Diseño de Pavimentos*”. Lima, Perú:

- Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Montejo, A. (2006). *“Ingeniería de Pavimentos”*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- MTC (2008). *“Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito”*. Lima, Perú: ed., Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- MTC (2013). *“Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”* EG-2013. Lima, Perú: ed., Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- MTC (2014). *“Sección de Suelos y Pavimentos, R.D. N° 10-2014-MTC/14.” “Manual de Carreteras”*, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles”. Lima, Perú: ed., Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- MVCS (2010). *“Norma Técnica CE.010: Pavimentos Urbanos”*, Lima, Perú: ed., Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Naghi M. (2005). *“Metodología de la investigación”* México, México: Ed. Limusa S.A.
- Oseda, D., Cori, S., Alvarado, H. y Zevallos, H. (2011) *“Metodología de la Investigación”*. (3° Ed.). Huancayo: Pirámide.
- Oseda, D., Gonzales, A., Ramírez, F. y Gave, J. L. (2011) *“¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?”* Huancayo: Pirámide.
- Rodríguez et al (2016). *“Estudio del Comportamiento de Pavimentos Rígidos Debido a Fallas Estructurales”*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Terreros L. y Carbajal, L. (2016) *“Análisis De Las Propiedades Mecánicas De Un*

Concreto Convencional Adicionando Fibra De Cáñamo". Bogotá, Colombia:
Universidad Católica de Colombia.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título del Proyecto:

APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:			<u>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:</u> * GENERAL: Científico.
¿Cuál es el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal para el concreto de pavimentos rígidos?	Determinar el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal para el concreto de pavimentos rígidos.	El resultado es que la fibra de origen animal modifica las propiedades físicas, incrementa los valores de las propiedades mecánicas y reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico.	VARIABLE INDEPENDIENTE:	FIBRA DE ORIGEN ANIMAL	<u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u> * Aplicado. <u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</u> * Explicativo. <u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</u> * Cuasi-experimental <u>POBLACIÓN Y MUESTRA:</u> * POBLACIÓN: 75 probetas cilíndricas de concreto que lo conforman el concreto sin la adición de la fibra de origen animal y el concreto con adición de la fibra. * MUESTRA: De tipo censal, 75 probetas.
PROBLEMA ESPECÍFICOS:	OBJETIVO ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECIFICAS:			<u>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</u> TÉCNICAS: * Observación.
¿Qué resultado obtenemos al utilizar la fibra de origen animal en el asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto del concreto?	Establecer el resultado que obtenemos al utilizar la fibra de origen animal en el asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto del concreto.	Al utilizar la fibra de origen animal se modifican los valores del asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura del concreto.	DIMENSIONES:	Porcentaje de fibra de origen animal con cuero vacuno	

<p>¿Cuál es el resultado de aplicar la fibra de origen animal en las propiedades mecánicas del concreto?</p>	<p>Analizar el resultado de la aplicación de la fibra de origen animal en las propiedades mecánicas del concreto.</p>	<p>Aplicando la fibra de origen animal se incrementan los valores de las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p>	<p>CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS</p>	<p>INSTRUMENTOS: * Ficha de observación</p>
<p>¿En qué medida la aplicación de la fibra de origen animal incide en el diseño de pavimento rígido AASHTO 93?</p>	<p>Identificar en qué medida la aplicación de la fibra de origen animal incide en el diseño de pavimento rígido AASHTO 93.</p>	<p>La aplicación de la fibra de origen animal reduce el espesor de la losa de concreto hidráulico, al realizar el diseño de pavimento rígido AASHTO 93.</p>	<p>DIMENSIONES:</p>	<p>Propiedades en estado fresco</p> <hr/> <p>Propiedades mecánicas</p> <hr/> <p>Diseño de pavimento rígido AASHTO 93</p>	

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES (FACTORES)	INDICADORES
FIBRA DE ORIGEN ANIMAL	Las fibras de origen animal son las que ha utilizado el ser humano desde tiempos prehistóricos: pelos de diversas especies, secreciones de otras y cueros. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento.	Porcentaje de fibra de origen animal con cuero vacuno	0.50%
			1.00%
			1.50%
			2.00%
CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	Es un concreto diseñado especialmente para resistir esfuerzos a flexión, impuestos por el paso de vehículos en las estructuras de pavimento.	Propiedades en estado fresco	Asentamiento
			Peso Unitario
			Contenido de Aire
			Temperatura
		Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión
			Resistencia a la flexotracción
		Diseño de pavimento rígido AASHTO 93	Espesor de losa de pavimento rígido

Anexo 03: Ensayos del laboratorio



KLA FER S.A.C

2021

“APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS”



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CON FINES
DE CIMENTACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE A LOS 3
DIAS**

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

3 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	f'c Diseño (Kg/cm²)	ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	121500	12399	70.1	210	33.40%	MUESTRA 1
2	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	123300	12576.6	71.2	210	33.89%	
3	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	128200	13076.4	74.0	210	35.24%	

67 DIAS	→ MÓD DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	→ MÓD DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	→ MÓD DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD PARA PERSONAS INDECOPI. (P-004 - 0991)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP. 78530
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC: 20487134911
CEL: 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, OSERRO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIJIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

3 DIAS - 0.5%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	165800	16911.6	95.7	210	45.57%	MUESTRA 1
2	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	163400	16666.8	94.3	210	44.91%	
3	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	173500	17697	100.1	210	47.59%	

07 DIAS	>>>70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIONES

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (DÍA REGULAR INDECOPIL 29/04 - 2013)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Matheo Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 78835
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL - 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 157.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORKIN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

3 DIAS - 1%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	102300	10434.6	59.0	210	28.12%	MUESTRA 1
2	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	98000	9996	56.6	210	26.94%	
3	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	87300	8904.6	50.4	210	24.00%	

07 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBIA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN FIRMAS, INDECOPY O AFILIADO 1999)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
Asesor Técnico CIP: 7630
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C-39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

3 DIAS - 1.5%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	65900	6721.8	38.0	210	18.11%	MUESTRA 1
2	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	71500	7298	41.3	210	19.85%	
3	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	64000	6528	36.9	210	17.59%	

07 DIAS	=>=90% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	=>=85% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	=>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP/SP-024. 2003)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP- 79828
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AY CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS DE AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

3 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTELURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	60100	6130.2	34.7	210	16.52%	MUESTRA 1
2	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	54900	5599.8	31.7	210	15.09%	
3	2/04/2021	5/04/2021	15	176.72	3	54800	5589.6	31.6	210	15.06%	

03 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=90% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (RUBR. PERMISO INDECOP: 09-004-1393)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO DIP. 78930
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRIGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, BESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUNTA A TIERRA, ETC.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE A LOS 7
DIAS**

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C-39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

7 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F. DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	221500	22593	127.8	210	60.88%	MUESTRA 2
2	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	235400	24010.8	135.9	210	64.70%	
3	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	220400	22480.8	127.2	210	60.58%	

07 DIAS	>>>DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL LABORATORIO, MENCIONAR LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SUJETO A LA LEY N° 27302)

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78088
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALIS.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUNTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 157.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIODIOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C-39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

7 DIAS - 0.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	291900	29773.8	168.5	210	80.23%	MUESTRA 2
2	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	291100	29692.2	168.0	210	80.03%	
3	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	292600	29845.2	168.9	210	80.42%	

29 DIAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
7 DIAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (VER FIRMAS INDECOPIL 61934-1995)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 10025
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CRUZA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CBL - 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRIGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACEBO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACHE INGCIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

7 DIAS - 1%

N°	FECHA DE VINCADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (kg/cm²)	%ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	194100	19798.2	112.0	210	53.35%	MUESTRA 2
2	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	183500	18717	105.9	210	50.44%	
3	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	221000	22542	127.6	210	60.74%	

EDAD	COEFICIENTE DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
07 DIAS	0.85
14 DIAS	0.90
28 DIAS	0.95

observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (Véase Norma Técnica N.º 62-004, 1995)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Martín Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP-7888
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, SBSAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIORDIOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

7 DIAS - 1.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	153200	15626.4	88.4	210	47.11%	MUESTRA 2
2	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	140600	14341.2	81.2	210	38.64%	
3	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	149100	15208.2	86.1	210	40.98%	

DIAS	COEFICIENTE DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
07 DIAS	0.85
14 DIAS	0.90
28 DIAS	0.95

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (RÚBrica PAQUETA INDICADA: 08-594-1993)

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP-7898
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CBL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/D5b -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 337.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

7 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE FRUPEURA	DIMM. (cm.)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSION MÁXIMA	Fc diseño (kg/cm²)	%ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	132900	13555.8	76.7	210	36.53%	MUESTRA 2
2	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	133700	13637.4	77.2	210	36.75%	
3	7/04/2021	14/04/2021	15	176.72	7	138300	14106.6	79.8	210	38.01%	

07 DIAS	>>>FC DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>FC DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>FC DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ SER REPRODUCIDO EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD EN UNA FÉRMULA INDICADA (OP-004, 1993)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 74025
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/D5b - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE A LOS 14
DIAS**

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C-39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

14 DIAS- 0%

N°	FECHA DE VENCIDO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	438400	44716.8	253.0	210	120.50%	MUESTRA 3
2	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	367900	39565.8	223.9	210	106.62%	
3	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	412700	42095.4	238.2	210	113.43%	

07 DIAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE EN AUTOGRAFÍA NI CON EL USO DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (BOLS PERMANENTE INDECOP: 09-204-1373)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
AGREGADO TÉCNICO CIP- 78036
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO,
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC: 20487134911
CEL: 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACIERO, DISEÑO
DE MIXTOLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSB -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 887.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

14 DIAS - 1%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc diseño (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	266500	27183	153.8	210	73.25%	MUESTRA 3
2	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	235000	23970	135.6	210	64.59%	
3	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	263200	26846.4	151.9	210	72.34%	

EDAD	TIPO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
07 DIAS	>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD PARA GAMA INDECOPIL 59-DIC-1992

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP-78035
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUNTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 187.2021

SOLICITANTE : BACIL. ING.CIVIL. CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

14 DIAS - 1.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cms)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	191600	19548.2	110.5	210	52.66%	MUESTRA 3
2	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	185900	18961.8	107.3	210	51.10%	
3	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	163300	16656.6	94.3	210	44.88%	

07 DIAS	==>6% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	==>8% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	==>10% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN APROBACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD POR LA PERSONA INDICADA EN EL ÍTEM 14931.

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78935
Especialista en Mecánica de suelos
Control y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 117.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

14 DIAS - 0.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	279200	28478.4	161.2	210	76.74%	MUESTRA 3
2	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	342400	34924.8	197.6	210	94.11%	
3	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	369100	37648.2	213.0	210	101.45%	

97 DIAS	>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
18 DIAS	>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (INCLUIDA PRIMERA PÁGINA). (SI-S06-1993)

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. **Marino Peña Dueñas**
ASESOR TÉCNICO CIP: 70000
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC: 20487134911
C.I.L. 945510100 -

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, OSEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 187.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

14 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	174300	17778.6	100.6	210	47.91%	MUESTRA 3
2	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	165000	16830	95.2	210	45.35%	
3	9/04/2021	23/04/2021	15	176.72	14	167700	17105.4	95.8	210	46.09%	

07 DIAS	>>>6% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>4% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>0% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

www.klafer.com

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD EN LA PÁGINA WEB DEL INDICOP (01-801-3993)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP- 16939
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJB CAMPOS 143 FRENTE U.N.L.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRIGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PURSTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE A LOS 21
DIAS**

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 117.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C-19

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

21 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	478900	48847.8	276.4	210	131.63%	MUESTRA 4
2	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	491000	50082	283.4	210	134.95%	
3	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	489100	49888.2	282.3	210	134.43%	

07 DIAS	>>>=6 DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>=8 DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>=10 DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE KLAFER S.A.C. SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (INGENIERÍA INDECOP) GR-006-1990

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78095
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 157.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

21 DIAS - 0.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	408800	41697.6	236.0	210	112.96%	MUESTRA 4
2	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	359900	36709.8	207.7	210	98.92%	
3	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	386800	39453.6	223.3	210	106.31%	

07 DIAS	>>>= DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>= DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>= DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ SER FIDUCIARIAMENTE EN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, MALO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJUICIO INDICAR: GS-004-3991)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 70696
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJB CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CBL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, BENTONITA, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

21 DIAS - 1%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fx DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	349100	35608.2	201.5	210	95.95%	MUESTRA 4
2	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	368300	39606.6	224.1	210	106.73%	
3	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	401000	40902	231.5	210	110.22%	

21 DIAS	=>100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	=>84% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	=>100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO POR LA REPRODUCCIÓN EN SU TOTALIDAD (COPIA FIDELICOP. 09/204.1997)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. *Mario Peña Dueñas*
ABESO TÉCNICO CIP 73026
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO - AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20497134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESACUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH, ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE
21 DIAS - 1.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPEURA	DIAM. (cm)	AREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSION MÁXIMA	Fc diseño (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	336200	34292.4	194.1	210	92.41%	MUESTRA 4
2	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	316400	32272.8	182.6	210	86.96%	
3	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	357400	36454.8	206.3	210	98.23%	

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=90% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

DISPOSICIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE AUTORÍA) (L. 27304, 1993)

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP- 78935
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 38

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

21 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	228600	23317.2	131.9	210	62.83%	MUESTRA 4
2	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	214600	21888.2	123.9	210	58.98%	
3	16/04/2021	7/05/2021	15	176.72	21	224900	22939.8	129.8	210	61.82%	

27 DIAS	>>96% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (B.O. PERUANA INDECOP, 09/204, 1996)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ABSCONTECMAO CIP- 78936
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL - 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, ACEBAGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DREAJE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE A LOS 28
DIAS**

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

28 DIAS - 0%

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F _c DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	438400	44716.8	253.0	210	120.50%	MUESTRAS
2	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	387900	39565.8	223.9	210	106.62%	
3	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	412700	42095.4	238.2	210	113.43%	

28 DIAS	>>> 100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>> 80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
7 DIAS	>>> 60% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (CÓPIA PERMANENTE INDECOP: SP-036: 1993)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. María Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP- 78836
Especialista en Mecánica de suelos
Caneles y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.E.P.

RUC 20487134911
CBL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTTVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

28 DIAS - 0.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	279200	28478.4	161.2	210	76.74%	MUESTRA 5
2	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	342400	34924.8	197.6	210	94.11%	
3	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	369100	37648.2	213.0	210	101.45%	

07 DIAS	---% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	---% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	---% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (EN LA VERSIÓN ORIGINAL) (R.F. 006/1998)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 7880
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RDC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRIADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/bSD -



Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137-2021

SOLICITANTE : BACHE INGENIERO CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

28 DIAS - 1%

N°	FECHA DE VENCIDO	FECHA DE PLANTEA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ELONGACIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	EALCANTADO	ESTRUCTURA
1	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	266500	27183	153.8	210	73.25%	MUESTRA 5
2	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	235000	23970	135.6	210	64.59%	
3	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	263200	26846.4	151.9	210	72.34%	

07 DIAS	>=90% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO PODERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD OBLIGA PERMANENTE INDECOPÍ (D.S.M. 1364)

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ABSORCIÓN TÉCNICO CIP- 7008
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/bSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO - PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CBL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRIGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSO -



Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

KLAFFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 187.2021

SOLICITANTE : BACIL ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 19

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE
28 DÍAS - 1.5%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RIFTURA	DIAM. (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F _c DISEÑO (Kg/cm²)	ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	191600	19548.2	110.5	210	52.66%	MUESTRA 5
2	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	185900	18961.8	107.3	210	51.10%	
3	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	163300	16656.6	94.3	210	44.88%	

97 DÍAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	>>>>> DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

OBSERVACIÓN

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA
REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD IGUAL PERIANK INDECOP/ GF-004/ 1993

KLAFFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 78036
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSO - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DERAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N°
009178 - 2020/bSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 187.2021

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

OBRA : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

28 DIAS - 2%

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	ESTRUCTURA
1	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	174300	17778.6	100.6	210	47.51%	MUESTRA 5
2	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	165000	16830	95.2	210	45.35%	
3	22/04/2021	20/05/2021	15	176.72	28	167700	17105.4	96.8	210	46.09%	

07 DIAS	>>>MÁS DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>>>MÁS DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>>>MÁS DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

Observación

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD EN LA PRIMERA EDICIÓN: SP094-1993

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP: 75028
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/bSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510100

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.



KLA FER S.A.C

2021

“APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS”



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CON FINES DE CIMENTACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

ENSAYO DE PESO UNITARIO A LOS 3 DIAS

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021
ATENCIÓN : BACH. ING. CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO
ASTM C 138 Y NTP 335.542

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

	0%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	
Slump obtenido en comprobación :	2.50	2.00	2.00	2.60	1.80	pu/g
Slump teórico del diseño :	3.00					pu/g

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		3 DIAS - 0%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.62	16.50	16.59
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1243	1249	1257.8
PROMEDIO		1258.72		

		3 DIAS - 0.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.04	16.31	16.25
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1183	1210	1204
PROMEDIO		1221.42		

		3 DIAS - 1%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.89	15.75	15.81
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1168	1154	1160
PROMEDIO		1182.7		

		3 DIAS - 1.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.72	15.42	15.67
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1151	1121	1146
PROMEDIO		1161.16		

		3 DIAS - 2%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.66	15.12	15.81
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1145	1091	1160
PROMEDIO		1153.75		

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
Abogado N° 10936
Especialista en Mecánica de Suelos
Carretero y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBHO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, OBERO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUNTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

ENSAYO DE PESO UNITARIO A LOS 7 DIAS

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLA FER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021
ATENCIÓN : BACH. ING. CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ASTM C 138 Y NTP 330.040

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

	0%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	
Slump obtenido en comprobación :	5.40	2.50	2.70	1.50	1.50	gulg
Slump teórico del diseño :	3.00					gulg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		7 DIAS - 0%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.71	14.45	16.90
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1250	1024	1269
PROMEDIO		1203.24		

		7 DIAS - 0.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.33	16.51	16.74
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1212	1230	1253
PROMEDIO		1254.43		

		7 DIAS - 3%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.15	16.50	16.42
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1194	1229	1221
PROMEDIO		1237.24		

		7 DIAS - 1.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.96	15.8	16.07
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1175	1159	1186
PROMEDIO		1195.5		

		7 DIAS - 2%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.93	15.67	16.05
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1172	1146	1184
PROMEDIO		1189.44		

KLA FER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
Asesor Técnico CIP 7936
Especialista en Mecánica de Suelos,
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

ENSAYO DE PESO UNITARIO A LOS 14 DIAS

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021
ATENCIÓN : BACH. ING. CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ASTM C138 Y NTP 319.046

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

	0%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	
Slump obtenido en comprobación :	3.70	3.20	2.60	2.40	2.00	pulg
Slump teórico del diseño :	3.00					pulg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		21 DIAS - 0%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.59	16.70	16.42
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1238	1249	1221
PROMEDIO		1258.79		

		21 DIAS - 0.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.20	16.20	16.09
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1199	1199	1188
PROMEDIO		1217.72		

		21 DIAS - 1%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.13	16.04	15.99
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1192	1183	1178
PROMEDIO		1206.61		

		21 DIAS - 1.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.14	16.08	16.02
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1193	1187	1181
PROMEDIO		1209.3		

		21 DIAS - 2%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.76	15.80	15.62
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1155	1159	1141
PROMEDIO		1173.61		

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 7885
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

ENSAYO DE PESO UNITARIO A LOS 21 DIAS

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/D.SD -

Indecopi



CERTIFICADO N° 00122965

KLAFER S.A.C.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021
ATENCIÓN : BACH. ING. CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ASTM C 138 Y NTP 339.644

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

	0%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	
Slump obtenido en comprobación :	3.80	3.00	3.00	1.50	1.20	polg
Slump teórico del diseño :	3.00					polg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		14 DIAS - 0%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	10.65	10.24	10.38
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1242	1203	1267
PROMEDIO		1260.14		

		14 DIAS - 0.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.47	16.20	16.09
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1226	1199	1188
PROMEDIO		1226.81		

		14 DIAS - 1%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.26	16.07	15.97
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1205	1186	1176
PROMEDIO		1211.32		

		14 DIAS - 1.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.97	15.70	16.07
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1176	1149	1186
PROMEDIO		1192.47		

		14 DIAS - 2%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	15.81	15.91	15.71
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1160	1170	1150
PROMEDIO		1182.03		

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

ING. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP- 7838
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“APLICACIÓN DE FIBRA DE
ORIGEN ANIMAL PARA EL
CONCRETO DE PAVIMENTOS
RIGIDOS”**

ENSAYO DE PESO UNITARIO A LOS 28 DIAS

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/b5b -

Indecopi



KLA FER S.A.C.

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE N° : 137.2021
ATENCIÓN : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO
AENM 0158 Y NTP 330.046

DISEÑO DE RESISTENCIA - F'c : 210 kg/cm²

CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO (SLUMP):

	0%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	
Slump obtenido en comprobación :	2.80	3.50	3.00	2.50	1.40	pulg
Slump teorico del diseño :	3.00					pulg

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

		28 DIAS - 0%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.69	16.52	16.47
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1248	1231	1226
PROMEDIO		1257.78		

		28 DIAS - 0.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.32	16.21	16.17
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1211	1200	1196
PROMEDIO		1224.79		

		28 DIAS - 1%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.13	16.07	16.15
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1192	1186	1194
PROMEDIO		1213		

		28 DIAS - 1.5%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.15	15.98	15.86
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1194	1177	1165
PROMEDIO		1200.88		

		28 DIAS - 2%		
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
N° de molde		1	2	3
Peso de la muestra + peso del molde	Kg.	16.13	16.20	16.05
Peso del molde	Kg.	4.21	4.21	4.21
Volumen o Constante del molde	m ³	0.01	0.01	0.01
Peso unitario del concreto fresco	kg/m ³	1192	1199	1184
PROMEDIO		1214.01		

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP-7898
Especialista en Mecánica de suelos
Cemento y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 PRENTE U.N.C.P.

RUC: 20487134911
CEL: 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/b5b - Indecopi.



KLA FER S.A.C.

2021

APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

DISEÑO DE MEZCLA

$F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CON FINES
DE CIMENTACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN
ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS**

PESO ESPECIFICO

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE

: BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

PROYECTO

APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)

I. DATOS

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3267
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	604
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2741
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2137
5	Peso de la Tara	gr	230
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3460
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3230

II. RESULTADOS

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.86
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.89
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	2.96
11	Porcentaje de Absorción	%	0.99

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	161.25
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	661.25
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	992.45
5	Peso del Agua	gr	331.20
6	Peso de la Tara	gr	208.40
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	697.84
8	Peso de la Arena Seca	gr	489.44
9	Volumen del Balón	cm3	500.00

II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa	gr/cm3	2.90
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm3	2.96
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm3	3.09
13	Porcentaje de Absorción	%	2.16

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas
ABSORN (ORDEN) CIP. 78936
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTES U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN
ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS**

PESO UNITARIO

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSB -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

PROYECTO APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12389	12304	12351
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5323	5238	5285
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1721	1694	1709
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1683	1656	1671
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1670		

II. PESO UNITARIO COMPACTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12513	12517	12613
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5447	5451	5547
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1761	1763	1794
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1722	1723	1754
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1733		

III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	55.40
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	160.70
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	158.40
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	2.30
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	103.00
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	2.23

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP-1656
Especialista en Mecánica de Suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESACQUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

PROYECTO APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11612	11685	11842
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4546	4619	4776
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1470	1484	1544
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1452	1475	1525
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1484	

II. PESO UNITARIO COMPACTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11823	11902	11875
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4757	4836	4809
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1538	1564	1555
6	P.U.S.Seco	kg/m3	1519	1544	1536
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3		1533	

III. HUMEDAD

1	Peso de la Tara	gr	53.28
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	184.50
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	182.90
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	1.60
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	129.62
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	1.23

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASCBOR TÉCNICO CIP. 78936
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN
ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS**

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -

Indecopi



KLA FER S.A.C.

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

PROYECTO APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS

NTE. E 080 CONCRETO ARMADO

ANÁLISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):

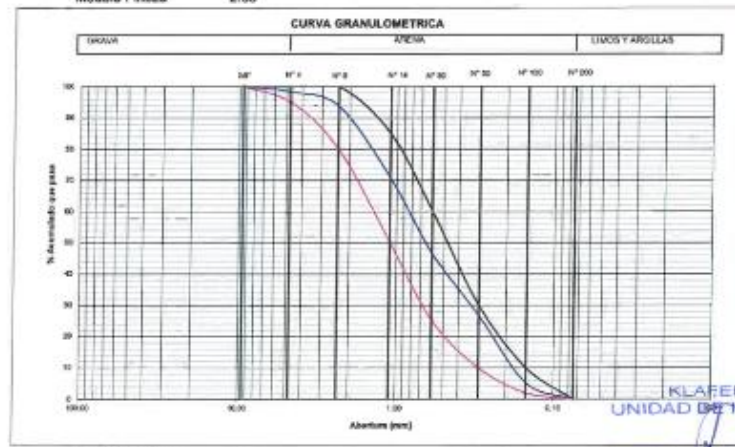
Peso Especifico 2.80 gr/cm³
 Humedad Natural 2.23 %
 % Absorción 2.16 %
 Peso Volumétrico Suelto 1670 kg/m³
 Peso Volumétrico Compactado 1733 kg/m³

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	PESO		%		LÍMITES	
		RETENIDO	%	PASA	%	INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.750	7.98	1.60	98.40	1.60	95	100
8	2.360	23.19	4.64	93.77	6.23	80	100
16	1.100	114.76	22.95	70.81	29.19	50	85
30	0.590	121.82	24.38	46.45	53.55	25	60
50	0.297	98.03	19.61	26.84	73.16	10	30
100	0.149	107.85	21.57	5.27	94.73	2	10
200	0.075	26.37	5.27	0.00	100.00	0	0
FONDO		0.00	0.00	0.00	100.00		
		500.00					

Modulo Fineza 2.58



RECOMENDACIONES: El agregado fino, es apto para trabajo en obra, ya que su granulometría se encuentra dentro de los parámetros establecidos en el NTE E 080.
 Material debe ser lavado antes de su uso en obra.
 Eliminar partículas mayores a 4.75 mm.

OBSERVACIONES: Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.
 Material fue lavado en laboratorio.

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA
Ing. Rodrigo Peña Dueñas
ABSCORP TÉCNICO CIP 7893
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
 LOCAL TAMB0 PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
 CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
 CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
 DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/DSD -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ

PROYECTO APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

ANALISIS DE AGREGADO GRUESO

CANTERA 0

Peso Especifico 2.86 gr/cm3
 Humedad Natural 1.23 %
 % Absorción 1.15 %
 Peso Volumétrico Suelto 1484 kg/m3
 Peso Volumétrico Compactado 1533 kg/m3

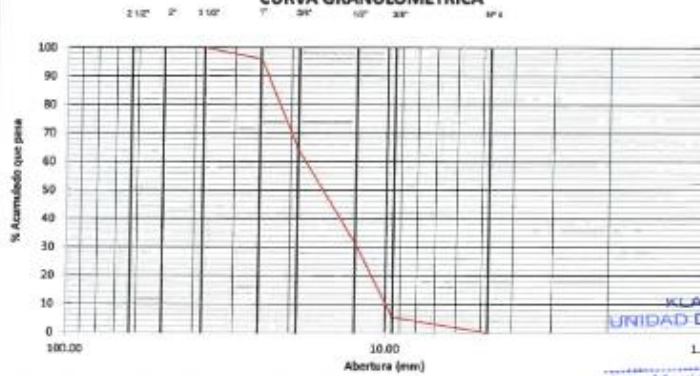
ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 5000.00 grms.

TAMIZ	TAMIZ	PESO	%	%	%
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1"	25.00	197.00	3.94	96.06	3.94
3/4"	19.00	1597.00	31.94	64.12	35.88
1/2"	12.50	1652.00	33.04	31.08	68.92
3/8"	9.50	1289.00	25.78	5.30	94.70
4	4.75	265.00	5.30	0.00	100.00
	FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00

TAMÑO MAXIMO NOMINAL 3/4" Modulo Fineza 8.03

CURVA GRANULOMETRICA



RECOMENDACIONES : Material debe ser lavado antes de su uso en obra.
 Eliminar partículas mayores a 1\".
 OBSERVACIONES : Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la muestra.
 Material fue lavado en laboratorio.

KLAFER SAC
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 7698
 Especialista en Mecánica de suelos
 Civil y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
 LOCAL TAMB0 PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
 CRL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
 CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
 DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN
ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS**

DISEÑO DE MEZCLA

$F'C=210 \text{ kg/cm}^2$

HUANCAYO

2021

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/USD -



KLA FER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS

**DISEÑO DE MEZCLA P_c 210 Kg/cm²
PARA PAVIMENTO.**

1.- DATOS RESUMEN

PROPIEDADES	FE	PUC	PUS	%AB	SW	MF
CEMENTO	3.15					
AGREGADO FINO	2.90	1733	1670	2.16	2.23	2.58
AGREGADO GRUESO	2.84	1533	1484	1.15	1.23	8.03

2.- SUMP

3.- 3MN

4.- AGUA

4" 3/4" 200.00 Litros

5.- AIRE ATRAPADO

2 % 0.02

6.- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f_{cr}

f_c 210 kg/cm²
f_{cr} 294 kg/cm²

7.- RELACION AGUA CEMENTO A/C

cantidad de cemento.

A/C 0.56 365.33 kg

8.60 bits

8.- APORTE DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

$$\%A = \frac{m_g - m_f}{m_g - m_f} \cdot 100$$

%A=

59%

%P_d=

47%

m_g= 8.03
m_f= 5.16
m_f= 2.58

m_g= modulo de finura del agregado grueso
m_f= modulo de la combinación de los agregados
m_f= modulo de finura del agregado fino

Volumen absolutos:

Cemento 0.116 m³
Agua 0.200 m³
Aire 0.020 m³
0.34 m³

Volumen de agregados : 0.44 m³

Volumen de Arena = 0.350 m³
Volumen de Piedra = 0.314 m³

9.- VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO 0.116 m³
AGUA 0.200 m³
AIRE 0.020 m³
VOLUMEN AG 0.314 m³
VOLUMEN AF 0.350 m³
1.000 m³

10.- PESO DEL AGREGADO FINO

peso AF 1035.15 kg
peso AG 918.15 kg

KLA FER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 70988
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotecnia

11.- PRESENTACION EN SECO

CEMENTO 365.33 kg
AF 1035.15 kg
AG 918.15 kg
AGUA 200.00 Litros

12.- CORRECCION POR HUMEDAD

0.444 de
AF 1058.23 kg
AG 927.42 kg

13.- APORTE DE AGUA

14.- AGUA EFECTIVA

LOCAL HUANCAYO -AV. CALLE REAL 4 072 445 URB. HUANCAYO E
LOCAL TAMBO 407E CAMPOS 143 022NTE URB. I.P.
1.45

198.55 Litros

RUC 20487134911
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, ACRIBADOS, UNIDADES DE ALBAÑERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIRAJA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/USD - Indecopi.

Registrado mediante Resolución N°
009178 -2020/bsd -



KLAFER S.A.C.

Indecopi

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING.CIVIL CRISTIAN GUSTAVO OTIVO DE LA CRUZ
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRA DE ORIGEN ANIMAL PARA EL CONCRETO DE
PAVIMENTOS RIGIDOS
FECHA EMIS. : HUANCAYO, AGOSTO DE 2020.
CANTERA : JAUJA

**DISEÑO DE MEZCLA Fc 210 Kg/cm²
PARA PAVIMENTO.**

15.- PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
365.33	1058.23	927.42	198.55

16.- PROPORCIÓN EN VOLUMEN (litros)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
365.33	21.89	21.80	198.55

RESUMEN DEL DISEÑO EN OBRA

MATERIALES	Proporción en peso (kg)	Volumen en peso seco (litros)
CEMENTO	1	1
AGREGADO FINO	2.90	2.53
AGREGADO GRUESO	2.54	2.54
AGUA	0.54	23.09

SOLAS DE CEMENTO 8.40 bol/m³

KLAFER S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CP 7996
Especialista en Mecánica de suelos
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/bsd - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.
LOCAL TAMBO PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911
CEL. 945510109

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, BOCAS, ACREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.