

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



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO
AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS**

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

Autor: BACH. KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS

Asesor: Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Línea de investigación institucional: Transporte y Urbanismo

Huancayo - Perú

2024

Asesor

Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Hoja de Conformidad del Jurado

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
Presidente

Jurado

Jurado

Jurado

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
Secretario Docente

DEDICATORIA

Con profundo afecto, quiero dedicar esta tesis a Dios, a mis padres y a aquellos seres queridos que siempre me han brindado su inquebrantable respaldo a lo largo de mi vida.

BACH. ESPLANA RIVEROS KEVIN JOSÉ

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera perpetua a mi asesor Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed, por su invaluable respaldo, y al Laboratorio CIAA SANTA CRUZ GEOTECNIA por facilitar las condiciones necesarias para llevar a cabo los ensayos requeridos

BACH. ESPLANA RIVEROS KEVIN JOSÉ

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0310 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

INCIDENCIA DE LA FIBRA DE Maguey TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. ESPLANA RIVEROS KEVIN JOSE

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : Ph. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED

Fue analizado con fecha 12/09/2024; con 152 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 25 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 12 de septiembre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI

JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xi
CONTENIDO DE GRÁFICOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Descripción de la realidad problemática	17
1.2. Delimitación del problema	20
1.2.1. Espacial	20
1.2.2. Temporal	20
1.2.3. Económica	20
1.3. Formulación del problema	21
1.3.1. Problema general	21
1.3.2. Problemas específicos	21
1.4. Justificación	21
1.4.1. Social	21
1.4.2. Teórica	22
1.4.3. Metodológica	22
1.5. Objetivos	23
1.5.1. Objetivo general	23
1.5.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes	24
2.1.1. Antecedentes nacionales	24
2.1.2. Antecedentes internacionales	27
2.2. Bases teóricas o científicas	30
2.2.1. Fibras en el concreto	30
2.2.2. Pavimentos rígidos	31

2.2.2.1. Tipos de pavimentos rígidos	32
2.2.3. Concreto	33
2.2.3.1. Cemento Portland	34
2.2.3.2. Agua	35
2.2.3.3. Agregados	36
2.3. Marco conceptual	38
2.3.1. Cabuya maguey	38
2.3.1.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	39
2.3.1.2. AGAVE AMERICANA	39
2.3.1.3. PROPIEDADES DEL MAGUEY	40
2.3.1.4. FIBRA DE MAGUEY	41
2.3.1.5. PROPIEDADES DE LA FIBRA DE MAGUEY	42
2.3.1.6. PROPIEDADES DE LA FIBRA DE MAGUEY	44
2.3.2. Resistencia a la flexión del concreto	45
2.3.3. Resistencia a la tracción del concreto	46
2.3.4. Resistencia a la compresión del concreto	48
CAPÍTULO III	50
HIPÓTESIS	50
3.1. Hipótesis general	50
3.2. Hipótesis específicas	50
3.3. Variables	50
3.3.1. Definición conceptual	50
3.3.2. Definición operacional	51
3.3.3. Operacionalización de las variables	52
CAPITULO IV	53
METODOLOGÍA	53
4.1. Método de investigación	53
4.2. Tipo de investigación	53
4.3. Nivel de investigación	53
4.4. Diseño de la investigación	54
4.5. Población y muestra	54
4.5.1. Población	54

4.5.2. Muestra	55
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
4.6.1. Técnicas	56
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos	56
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	58
4.8. Aspectos éticos de la investigación	59
CAPÍTULO V	61
RESULTADOS	61
5.1. Descripción del diseño tecnológico	61
5.2. Descripción de resultados	64
5.2.1. Respecto al objetivo específico 01:	64
5.2.2. Respecto al objetivo específico 02:	70
5.2.3. Respecto al objetivo específico 03:	72
5.3. Contratación de hipótesis	74
CAPÍTULO VI	84
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	98
Anexo 01: Matriz de consistencia	99
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	101
Anexo 03: Ensayos del laboratorio	103
Anexo 05: Certificados de calibración de equipos	132
Anexo 05: Panel de fotografías	140

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	52
Tabla 2. <i>Población O.E. 1</i>	55
Tabla 3. <i>Población O.E. 2</i>	55
Tabla 4. <i>Población O.E. 3.</i>	55
Tabla 5. <i>Compresión sin adición.</i>	64
Tabla 6. <i>Compresión adición 0.25%.</i>	65
Tabla 7. <i>Compresión adición 0.5%.</i>	66
Tabla 8. <i>Compresión adición 0.75%.</i>	67
Tabla 9. <i>Compresión comparativo.</i>	67
Tabla 10. <i>Flexión en el concreto 28 días.</i>	71
Tabla 11. <i>Tracción en el concreto 28 días.</i>	72
Tabla 12. <i>Comprobación de normalidad compresión.</i>	74
Tabla 13. <i>Homogeneidad compresión.</i>	75
Tabla 14. <i>Varianzas compresión.</i>	76
Tabla 15. <i>Prueba de Tukey compresión.</i>	76
Tabla 16. <i>Comprobación de normalidad flexión.</i>	77
Tabla 17. <i>Homogeneidad flexión.</i>	78
Tabla 18. <i>Varianzas flexión.</i>	78
Tabla 19. <i>Prueba de Tukey flexión.</i>	79
Tabla 20. <i>Comprobación de normalidad tracción.</i>	80
Tabla 21. <i>Homogeneidad tracción.</i>	80
Tabla 22. <i>Varianzas tracción.</i>	81
Tabla 23. <i>Prueba de Tukey tracción.</i>	82
Tabla 24. <i>Contrastación hipótesis general.</i>	83

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> PBI del Perú	18
<i>Figura 2:</i> Agave americana.	44
<i>Figura 3:</i> Ensayo de resistencia a la flexión	46
<i>Figura 4:</i> Ensayos de resistencia a la tracción.	47
<i>Figura 5:</i> Ensayo de resistencia a la compresión.	49
<i>Figura 6:</i> Cuasi-experimental	54
<i>Figura 7:</i> Agregado grueso utilizado.	62
<i>Figura 21:</i> Agregado fino utilizado.	62
<i>Figura 9:</i> Características y diseño.	63
<i>Figura 10:</i> Proporciones del concreto	63

CONTENIDO DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Compresión 7 días.....	68
<i>Gráfico 2.</i> Compresión 14 días.....	69
<i>Gráfico 3.</i> Compresión 21 días.....	69
<i>Gráfico 4.</i> Compresión 28 días.....	70
<i>Gráfico 5.</i> Flexión en el concreto 28 días.....	71
<i>Gráfico 6.</i> Resultados tracción.....	73

RESUMEN

El problema general considerado fue: ¿De qué manera incide la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos?, por lo cual se ha estipulado el objetivo de determinar la incidencia de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos, teniéndose como hipótesis de la investigación que la fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos. Se empleó el método científico, un tipo aplicado, el diseño de la investigación fue experimental para un tipo cuasiexperimental. La población fue de cuatro dosificaciones de fibra de maguey tipo agave americana en porcentajes de 0%, al 0.25%, al 0.5% y al 0.75% añadidas al concreto, considerándose una muestra dirigida con toda la población. Se puede indicar que la fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos, de acuerdo al ANOVA, con una significancia menor a 0.05, la adición al 0.25% de fibra de maguey tipo agave americana respecto al peso del cemento, es la adición óptima, ya que incrementa los valores de la resistencia a la compresión, flexión y tracción frente al valor convencional.

Palabras claves: **Fibra de maguey tipo agave americana, compresión, flexión, tracción, pavimentos.**

ABSTRACT

The general problem considered was: How does the maguey fiber of the American agave type affect the mechanical properties of concrete for pavements? Therefore, the objective of determining the incidence of the maguey fiber of the American agave type on the concrete has been stipulated. mechanical properties of concrete for pavements, with the research hypothesis being that the American agave type maguey fiber has a significant impact on the mechanical properties of concrete for pavements. The scientific method was used, an applied type, the research design was experimental for a quasi-experimental type. The population was four doses of maguey fiber type agave Americana in percentages of 0%, al 0.25%, al 0.5% and 0.75% added to the concrete, considering a sample directed with the entire population. It can be indicated that the maguey fiber of the American agave type has a significant impact on the mechanical properties of the concrete for pavements, according to the ANOVA, with a significance of less than 0.05, the addition of 0.25% of the maguey fiber of the American agave type with respect to the weight of cement, is the optimal addition, since it increases the values of resistance to compression, bending and traction compared to the conventional value.

Keywords: American agave type maguey fiber, compression, flexion, traction, pavements.

INTRODUCCIÓN

La producción de cemento es una de las industrias más contaminantes en el planeta, sin negar su practicidad y aporte al mundo de la construcción, en el mundo se vienen buscando alternativas para su reemplazo o reducción parcial, con técnicas como la incorporación de fibras sintéticas o naturales y aditivos químicos, físicos o naturales, para las que muchas investigaciones han encontrado resultados positivos.

Por estas causales, en la presente tesis se ha buscado incorporar fibra de maguey tipo agave americana, la cual es una planta que se encuentra mayoritariamente en el distrito de Rosario, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, a fin de determinar su efecto en las propiedades de compresión, flexión y tracción de los concretos para pavimentos, ya que en dicha área geográfica, aun se adolecen de dichas estructuras. Respecto al desarrollo del contenido de la investigación, se ha organizado de la siguiente manera:

Primer capítulo: Abordamos la problemática de investigación, definimos los objetivos generales y específicos, respaldando la tesis desde diversas perspectivas, como justificaciones sociales, teóricas y metodológicas.

Segundo capítulo: Desarrollamos el marco teórico mediante una revisión exhaustiva de la literatura a nivel nacional e internacional relacionada con el tema de la tesis. Al mismo tiempo, establecemos las definiciones de los términos clave que se utilizarán a lo largo del trabajo, formulando hipótesis generales y específicas. Detallamos minuciosamente las variables dependientes e independientes, junto con la explicación del procedimiento para la operacionalización de dichas variables.

Tercer capítulo: Describimos la metodología utilizada, proporcionando una explicación detallada de las técnicas y herramientas empleadas para la recolección de datos, así como los métodos aplicados en el análisis de la información obtenida.

Cuarto capítulo: Presentamos los resultados obtenidos para cada objetivo establecido, junto con la correspondiente contrastación estadística.

Quinto capítulo: Realizamos la discusión de los resultados logrados, comparándolos con los antecedentes utilizados.

Posteriormente, se abordan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos pertinentes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Durante los últimos dos años, la pandemia por la COVID 19 ha afectado gravemente el desarrollo de las actividades económicas de diversos sectores a nivel mundial, no siendo ajeno a este efecto el sector construcción, tal como indica Economía y Finanzas (2021): “La industria de la construcción a nivel mundial, tras el colapso histórico de la actividad de la construcción en 2020 en medio de la grave interrupción causada por las restricciones impuestas para contener la propagación del Covid-19, se prevé que la industria de la construcción crezca un 5,2% en 2021”

A nivel del sector construcción peruano este efecto adverso también se ha vivenciado, el Diario El Peruano (2021) señala respecto a este tema: “El sector construcción es una de las actividades que más rápido y mejor se recuperó en el contexto de la pandemia del Covid-19, sobre todo durante el primer trimestre del presente año, pues registró un crecimiento de 41.89% con relación a similar periodo del 2020”, esto demuestra que el sector construcción se encuentra en una etapa de recuperación acelerada avizorando un restablecimiento completo de sus actividades en el futuro inmediato permitiendo así otorgar una continuidad al desarrollo y

crecimiento económico con niveles similares a los vistos en los años previos a la pandemia, sin embargo una nueva crisis mundial que presenta consecuencias directas en el alza del precio del petróleo genera un efecto negativo en el proceso de recuperación de este sector el cual busca y avizora una solución a mediano plazo que le permita recuperarse en su totalidad.

Tabla N° 4. PBI por sectores
(Var. % real anual)

	Peso Año Base 2007	2017	2018	2019	Prom 2020 -2022
Agropecuario	6,0	2,6	5,5	4,3	4,0
Agrícola	3,8	2,3	5,9	4,4	4,0
Pecuario	2,2	3,1	4,9	4,0	4,0
Pesca	0,7	4,7	29,3	-3,1	1,9
Minería e hidrocarburos	14,4	3,4	0,9	3,1	3,1
Minería metálica	12,1	4,2	1,2	3,0	3,7
Hidrocarburos	2,2	-2,4	-1,2	3,4	1,4
Manufactura	16,5	-0,2	4,2	3,6	4,4
Primaria	4,1	1,9	8,2	3,0	4,1
No primaria	12,4	-0,9	3,2	3,8	4,5
Electricidad y agua	1,7	1,1	3,3	3,8	4,8
Construcción	5,1	2,1	8,5	7,0	7,5
Comercio	10,2	1,0	3,2	4,0	4,5
Servicios	37,1	3,2	4,0	4,8	5,4
PBI	100,0	2,5	4,0	4,2	4,8
PBI primario	25,2	3,1	3,4	3,2	3,4
PBI no primario²	66,5	2,3	4,1	4,7	5,2

Figura 1: PBI del Perú

Tomado de <https://prodaceblog.wordpress.com/2019/04/29/la-importancia-del-sector-construccion-en-el-crecimiento-del-pbi-para-el-2019/>

Dentro del ámbito de la construcción, las obras viales desempeñan un papel fundamental en la generación de desarrollo económico. LBAP (2020) sostiene que contar con calles y otros espacios pavimentados es esencial para el progreso de ciudades o comunidades. La pavimentación facilita la accesibilidad y movilidad en estas áreas, resultando en beneficios tales como un mayor flujo de bienes, visitantes, nuevas actividades comerciales y la generación de recursos económicos adicionales. Además, señala que la infraestructura vial depende fundamentalmente de una pavimentación adecuada, destacando la importancia de la construcción y obras civiles de alta calidad, utilizando materiales de primera categoría y proporcionando

el mantenimiento necesario para preservar su buen estado, en beneficio de los usuarios y su calidad de vida.

En el contexto peruano, la falta de pavimentación en carreteras y calles urbanas representa una deficiencia que, de ser abordada, tendría un impacto positivo en el desarrollo de la economía nacional. En el distrito de Rosario, ubicado en la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, aún persiste la carencia de pavimentación en sus vías urbanas. Se destaca que la implementación de pavimentos rígidos en estas vías, según respalda el MIT (2016), presenta ventajas como la reducción de interrupciones en el tráfico al requerir menos trabajos de reparación y mantenimiento. Además, se resalta que los pavimentos rígidos ofrecen mayores niveles de iluminancia, menor generación de calor, mayor resistencia a hidrocarburos, mayor resistencia al fuego, impacto ambiental reducido, menor huella de carbono, menor consumo de combustible de los vehículos (aproximadamente un 4%), mejora en la adherencia bajo la lluvia (hidroplaning) y mayor estabilidad del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

360 Concreto (2018) expone que los pavimentos de concreto, fabricados con un material duradero y de comportamiento predecible, presentan un aumento en su resistencia con el paso del tiempo. Destaca su capacidad para no ablandarse con el calor y distribuir las cargas vehiculares en áreas extensas, evitando la pérdida de partículas, como se mencionó anteriormente.

En relación con el Agave Americana, una especie polimórfica con diversas formas cultivadas en varias partes del mundo, Reynoso (2012) señala que ha sido seleccionada y gestionada por el ser humano durante miles de años. En el contexto peruano, esta planta se encuentra en mayor concentración en el callejón de Huaylas,

el Valle del Mantaro, Cajamarca, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Huánuco. Su presencia en el país abarca desde su crecimiento silvestre en terrenos baldíos hasta cultivos organizados con fines ornamentales, cercos vivos y prevención de la erosión. Cabe destacar que no existe una producción agroindustrial significativa de esta planta en el Perú; su cultivo se realiza de manera artesanal para la extracción de fibras, como material de construcción, soporte de terrenos, combustible, forraje y planta ornamental (Bautista, 2006).

En virtud de estas consideraciones, la investigación actual utiliza la fibra de maguey, específicamente del tipo Agave Americana, con el objetivo de evaluar su impacto en las propiedades mecánicas del concreto destinado a pavimentos rígidos.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Rosario, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.

1.2.2. Temporal

La realización de toda la investigación se realizó desde el mes de agosto 2022 hasta el mes de febrero de 2024.

1.2.3. Económica

El autor de la presente investigación cubrió con la totalidad de los gastos relacionados a la misma, la cual prescindió de algún otro tipo de financiamiento externo proveniente de instituciones y/o terceros.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera incide la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la compresión?
2. ¿Qué efecto provoca la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la flexión?
3. ¿Qué efecto produce la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la tracción?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

En relación con la justificación práctica o social de la presente investigación, se subraya que la misma radica en la capacidad de proporcionar información valiosa que pueda abordar problemas en diversos ámbitos de la ingeniería. Este aporte puede conllevar la prevención de consecuencias negativas, la corrección de errores, la reducción de costos, el mejoramiento de la eficacia y la eficiencia, así como la oferta de información útil para solucionar problemas cotidianos o latentes en la gestión empresarial, entre otros aspectos (Canto, 2010). Por lo tanto, la incorporación de la fibra de maguey, específicamente del tipo Agave Americana, en la formulación de la mezcla de concreto destinada a pavimentos rígidos se presenta como una contribución significativa a la sociedad. Esta elección permitió dar un uso adicional a dicho

insumo y, al mismo tiempo, mejorar las propiedades de los concretos actualmente empleados.

1.4.2. Teórica

Es por eso que se aportó nuevos conocimientos a la ingeniería local de la ciudad de Rosario respecto a adicionar fibra de maguey en losas de concreto hidráulico para pavimentaciones rígidas reduciendo la cantidad de Cemento Portland del diseño de mezcla. En lo que respecta a la justificación teórica de esta investigación, se destaca que la misma se manifiesta cuando contribuye al ámbito científico a través de elementos como la generación de nuevos conocimientos, la introducción de conceptos innovadores, la formulación de teorías emergentes y la presentación de enfoques novedosos para abordar desafíos en el ámbito de la ingeniería. Estos aportes pueden incluir la adaptación teórica a contextos nuevos, la revisión creativa de problemas antiguos, la ampliación de conceptos o la aclaración de ambigüedades en teorías existentes, así como la aplicación de conceptos y teorías a diferentes contextos (Ccanto, 2010). En este sentido, el propósito fundamental de esta investigación es contribuir con nuevo conocimiento en el área de estudio mediante la exploración del uso de la fibra de maguey, específicamente del tipo Agave Americana, en el concreto hidráulico.

1.4.3. Metodológica

En lo que respecta a la justificación metodológica, Méndez (2012) indica que esta se evidencia cuando el proyecto en cuestión propone un nuevo método o estrategia con el objetivo de generar conocimiento válido y confiable. Cuando un estudio se plantea la búsqueda de nuevos métodos o técnicas para la

generación de conocimiento, explorando nuevas formas de llevar a cabo la investigación, entonces se puede afirmar que la investigación cuenta con una justificación metodológica. Siguiendo este planteamiento, la presente investigación ha contribuido al campo al desarrollar y aplicar una metodología para la incorporación de fibra de maguey en losas de concreto hidráulico destinadas a pavimentaciones rígidas, con el fin de reducir la cantidad de Cemento Portland en el diseño de la mezcla.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la incidencia de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Analizar el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la compresión.
2. Establecer el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la flexión.
3. Evaluar el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la tracción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Boza (2021), la investigación planteó como problema principal cómo el uso de fibra de maguey en el diseño de concreto hidráulico podría mejorar la resistencia a la flexión en pavimentos de alto tránsito en Huancayo durante el año 2021. El objetivo general fue mejorar la resistencia a la flexión mediante el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey en dichos pavimentos. La hipótesis general propuesta fue que dicho diseño mejoraría la resistencia a la flexión. Metodológicamente, la investigación adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando métodos estadísticos para el análisis de datos. Se clasificó como una investigación aplicada con nivel descriptivo, enfocada en interpretar los datos obtenidos. Las conclusiones alcanzadas en la investigación fueron que la fibra de maguey mejora significativamente la resistencia a la compresión y flexión del concreto, tanto en estado fresco como endurecido, superando los resultados del concreto estándar. Se determinó que el porcentaje óptimo de fibra de maguey en el diseño de concreto hidráulico es del 4%, con fibras de 5 cm de largo, alcanzando resistencias promedio de $f'_c = 332.9 \text{ Kg/cm}^2$ y $M_r = 108.9 \text{ Kg/cm}^2$. Además, se observó que

la adición de fibra de maguey influye en la trabajabilidad del concreto, reduciendo su fluidez y asentamiento. En términos de costos, se concluyó que el concreto con adición de fibra de maguey es ligeramente más costoso, pero esto puede ser compensado por la reducción en el espesor necesario para pavimentos debido a su mayor resistencia.

Hermosa (2018), el problema general que abordó fue determinar en qué medida el comportamiento mecánico del concreto, mejora cuando se refuerza con fibras de cabuya en la provincia de Bolognesi, Región Ancash. El objetivo principal fue establecer la influencia de la fibra de cabuya en el comportamiento mecánico del concreto reforzado en esa región. La hipótesis general planteada fue que la fibra de cabuya influye positivamente en el comportamiento mecánico del concreto reforzado en la Región Ancash, provincia de Bolognesi. Metodológicamente, la investigación se basó en un diseño experimental, manipulando una o más variables de estudio, y fue de tipo aplicada, con un nivel tanto explicativo como descriptivo, apoyándose en diversas fuentes relacionadas. Las conclusiones alcanzadas en la investigación fueron que la fibra de cabuya mejora significativamente el comportamiento mecánico del concreto, sin afectar negativamente su trabajabilidad. Se encontró que la adición de fibra de cabuya aumenta la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto. Específicamente, se observó un aumento del 3% en la resistencia a la compresión a los 14 días y un 6% a los 28 días; un aumento del 6% en la resistencia a la flexión a los 14 días y un 14% a los 28 días; y un aumento del 19% en la resistencia a la tracción a los 28 días. Estos resultados subrayan la efectividad de la fibra de cabuya como refuerzo en el concreto.

Cabía y Espinoza (2021), el problema general planteado fue determinar la influencia de la aplicación de fibras de cabuya y bambú en las propiedades mecánicas de suelos arcillosos en Las Moras, Huánuco, durante el año 2021. El objetivo principal fue analizar las propiedades mecánicas de dichos suelos arcillosos mediante la aplicación de fibras de cabuya y bambú. La hipótesis general fue que la aplicación de estas fibras mejoraría las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos en la zona de estudio. Metodológicamente, la investigación fue de tipo aplicada, basándose en teorías y normativas para determinar su influencia en las variables definidas, y también adoptó un diseño experimental al manipular las variables. Las conclusiones alcanzadas en la investigación fueron: Se determinó que el uso de fibras de cabuya y bambú mejora la plasticidad, compactación y el índice de CBR (California Bearing Ratio) del suelo arcilloso en la zona de Las Moras, Huánuco, lo cual mejora su capacidad portante. Se evaluó la influencia de estas fibras en la plasticidad de suelos arcillosos, demostrando que contribuyen al aumento del índice de plasticidad y mejoran la adherencia con el suelo. Se estableció que la incorporación de fibras de cabuya y bambú en los suelos arcillosos disminuye el óptimo contenido de humedad necesario para su compactación. Se calculó que la resistencia del suelo arcilloso aumenta significativamente con la dosificación de fibras de cabuya y bambú, elevando el índice de CBR de 8.87% a 43.45% y 47.81%, respectivamente, lo que demuestra una mejora notable en el índice de CBR del suelo arcilloso.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Viracocha (2019), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Central de Ecuador, investigó respecto al reforzamiento de elementos de concreto armado con tejidos de fibra de cabuya. El estudio se centró en cómo el refuerzo de elementos de hormigón armado con tejidos de fibra de cabuya afecta el esfuerzo cortante en estructuras. El objetivo era determinar el impacto de este refuerzo en el esfuerzo cortante de estructuras reforzadas, proponiendo la fibra de cabuya como un material alternativo. La hipótesis planteada fue que los elementos de concreto armado reforzados con estos tejidos mejorarían su resistencia última a esfuerzos cortantes. Metodológicamente, la investigación fue de tipo aplicativo y experimental, con un enfoque cuantitativo que incluía análisis estadísticos. Las conclusiones incluyeron: El tejido de fibra de cabuya, de origen artesanal y con diámetros variados, no cumple con parámetros de calidad industrializados. Se observó que, aunque las vigas fueron diseñadas simplemente armadas, necesitaron refuerzo adicional, aumentando su resistencia a la carga. La mezcla de hormigón se diseñó optimizando la densidad y propiedades de los agregados, lo que permitió un control efectivo durante la fabricación y el curado. Se encontró que las vigas reforzadas con tejido de fibra de cabuya mostraron un incremento en la resistencia a esfuerzos cortantes del 3.57%. Las vigas estándar fallaron en cortante en el tercio sin refuerzo, mientras que las vigas reforzadas con orientaciones específicas de la fibra mostraron diferentes tipos de fallas, pero no por cortante. El tejido de fibra de cabuya, a pesar de sus ventajas como bajo costo e impacto ambiental reducido, no es adecuado para el refuerzo de hormigón armado a largo plazo debido a su naturaleza orgánica

y tendencia a la descomposición. La investigación resalta tanto las posibilidades como las limitaciones del uso de tejidos de fibra de cabuya en el refuerzo de estructuras de hormigón armado.

Masaco (2018), en su tesis presentó un estudio al mortero de cemento con refuerzo de fibra de cabuya. El problema general que abordó fue determinar la influencia del refuerzo de fibra vegetal de cabuya en el mortero de cemento. El objetivo principal fue desarrollar un mortero de cemento reforzado con fibras vegetales de cabuya en diferentes porcentajes y evaluar su viabilidad en aplicaciones de mortero. Metodológicamente, la investigación fue de tipo inductiva y experimental, utilizando métodos que intervienen en las variables definidas, además de ser lógica-deductiva y analítico-reflexiva, analizando y discutiendo los resultados para caracterizar adecuadamente las variables. Las conclusiones de la investigación incluyeron: La inclusión de fibra de cabuya disminuyó la resistencia a la compresión, siendo más efectiva en porcentajes menores (0.5%) que en porcentajes más altos (2%) debido a la disminución de la trabajabilidad y la adherencia entre la matriz y la fibra. La resistencia a la flexión aumentó significativamente con la adición de fibra, aunque el porcentaje de 2% mostró resultados inferiores al 1.25% debido a la aglomeración de fibras y la formación de vacíos. En términos de absorción de agua, el tratamiento con parafina mostró un bajo porcentaje de absorción, capilaridad y porosidad. Sin embargo, la capilaridad aumentó rápidamente debido a los poros abiertos en la superficie. La resistencia al impacto mejoró con el aumento del contenido de fibra, ya que las fibras absorbieron más fácilmente la energía potencial, aumentando la resistencia a la fisuración. La adición de fibra mejoró la absorción de sonido y

actuó como aislante acústico debido a las fibras y la densidad del mortero. En pruebas térmicas, las fibras actuaron positivamente como aislantes térmicos, aunque a temperaturas superiores a 100°C, las fibras se descompusieron, aumentando la susceptibilidad a fisuras bajo altas temperaturas. Esta investigación proporciona una visión integral sobre el uso de fibras vegetales de cabuya en morteros de cemento, destacando tanto sus beneficios como sus limitaciones.

Martínez (2020), en su tesis se enfocó en el diseño de un panel de micro concreto reforzado con fibras de cabuya. El problema general fue identificar la influencia del refuerzo con fibras de cabuya en paneles de micro hormigón. El objetivo era diseñar estos paneles reforzados, asegurando que cumplieran con las características físico-mecánicas establecidas en las normativas de construcción. La hipótesis planteada sugería que las fibras vegetales (cabuya) podrían sustituir a las fibras sintéticas para reforzar paneles de micro hormigón prefabricado. La metodología incluyó un enfoque bibliográfico-descriptivo y experimental, examinando el comportamiento físico-mecánico de los paneles reforzados. Las conclusiones alcanzadas fueron: La cabuya es una materia prima abundante en la cordillera andina y la costa de Ecuador, destacándose por su adaptabilidad y producción perenne. Las fibras de cabuya tienen tejidos helicoidales que benefician la resistencia, la tensión, la elasticidad y la elongación del material. La fibra de cabuya, al ser neutra (pH de 7), no afecta negativamente la mezcla de micro hormigón, siendo apta para su uso en dosificaciones. La pérdida de peso de la fibra de cabuya tras el secado es mínima, alrededor del 2.27%. La fibra de cabuya se considera una alternativa sostenible para el desarrollo de elementos arquitectónicos no estructurales, como mamposterías interiores y recubrimientos.

Porcentajes mayores al 1% de fibra reducen la trabajabilidad y resistencia del mortero, con dosificaciones óptimas de 0.3%, 0.5% y 0.8%. La fibra de cabuya mejora la resistencia a la flexión y a la compresión en ciertos porcentajes, pero reduce la resistencia si se añade en exceso. Las fibras de cabuya mantienen una buena compatibilidad con la mezcla y contribuyen a la ligereza del mortero. Los paneles de micro hormigón reforzados cumplen con normativas de construcción para uso interior, clasificándose en la categoría C, tipo 2. Los paneles diseñados tienen dimensiones específicas y un peso aproximado adaptado para su uso en sistemas como drywall, facilitando el montaje y la producción. Los paneles pueden cortarse con amoladora sin fracturarse y cumplen con normativas de permeabilidad. La tesis de Martínez demostró que las fibras de cabuya son un refuerzo viable para paneles de micro hormigón, aportando sostenibilidad y eficiencia en el diseño arquitectónico.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Fibras en el concreto

En relación a este tema, Antillón (2016) destaca que en los últimos años ha experimentado un notable auge el empleo de fibras como refuerzo en el concreto, siendo una práctica que no es reciente en la construcción, ya que se remonta a épocas anteriores a la aparición del cemento Pórtland y del concreto. En esos tiempos, se utilizaban diversos materiales como pasto, hilo, vara e incluso pelo de animales, considerados como agregados al adobe con el propósito de prevenir fisuraciones y mejorar la resistencia a la tensión.

El autor también resalta que las fibras desempeñan un papel fundamental, vinculado a objetivos clave como la reducción de fisuras por asentamiento, la

disminución de la fisuración por contracción plástica, la disminución de la permeabilidad y el aumento de la resistencia a la abrasión y al impacto.

En cuanto a las categorías de fibras, Argos (2018) detalla dos tipos principales:

Microfibras, usualmente compuestas de plástico como polipropileno, polietileno, nylon, destinadas a reducir la segregación de la mezcla de concreto y prevenir la formación de fisuras durante la construcción. Estas fibras multifilamento, con longitudes entre 12 y 75 mm, se dosifican en el concreto en un rango de 0,6 kg/m³ a 1 kg/m³.

Macrofibras, generalmente fabricadas con materiales como acero, vidrio, materiales sintéticos o naturales (fique y otros). Se utilizan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Estas fibras actúan como una especie de malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y otorgándole capacidad de carga después del agrietamiento. Entre los beneficios destacados del concreto reforzado con fibras (CRF) se encuentran el aumento de la resistencia al impacto y a la fatiga. El diámetro de estas fibras varía entre 0,25 mm y 1,5 mm, con longitudes que oscilan entre 13 mm y 70 mm.

2.2.2. Pavimentos rígidos

Según las directrices del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), se define al pavimento rígido como una estructura compuesta específicamente por una capa de subbase granular, aunque esta capa puede ser de base granular o estar estabilizada con cemento, asfalto o cal. Además, incluye

una capa de rodadura conformada por losa de concreto de cemento hidráulico, que contiene aglomerantes, agregados y, en caso necesario, el uso de aditivos.

De acuerdo con la AASHTO (1993), un pavimento de concreto o rígido se compone esencialmente de una losa de concreto, ya sea simple o armada, apoyada directamente sobre una base o subbase. La rigidez y alto módulo de elasticidad de la losa permiten absorber gran parte de los esfuerzos ejercidos sobre el pavimento, logrando una distribución eficiente de las cargas de rueda y generando tensiones muy bajas en la subrasante.

En las palabras de Menéndez (2012), se destaca que la losa de concreto debe ser diseñada para resistir las cargas de tráfico y prevenir fallos por fatiga del pavimento causados por cargas repetidas. Aunque los pavimentos rígidos pueden ser concebidos para una vida útil de 15 a 20 años, es más común que sus periodos de diseño se extiendan de 30 a 40 años.

2.2.2.1. Tipos de pavimentos rígidos

Pavimentos de concreto reforzado con juntas los cuales pueden ser pavimentos de concreto reforzado con juntas, que de acuerdo con el AASHTO (1993), los pavimentos reforzados con juntas incluyen, además del refuerzo, dispositivos de conexión para facilitar la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede adoptar la forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. La función de la armadura es mantener cohesionadas las posibles grietas que se puedan formar, con el propósito de permitir una transferencia efectiva de cargas y lograr que el pavimento actúe como una entidad estructural unificada.

Pavimentos de concreto con refuerzo continuo, los cuales según AASHTO (1993), a diferencia de los pavimentos de concreto reforzado con juntas, los pavimentos con refuerzo continuo se construyen sin juntas de contracción, ya que el refuerzo absorbe todas las deformaciones, especialmente las relacionadas con la temperatura. El refuerzo principal consiste en barras de acero dispuestas a lo largo de toda la extensión del pavimento, y en algunos casos, puede no ser necesario un refuerzo transversal para este tipo de pavimentos.

2.2.3. Concreto

El concreto se compone de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua, en proporciones adecuadas para alcanzar propiedades específicas, principalmente la resistencia. La reacción química entre el cemento y el agua une las partículas de los agregados, generando un material heterogéneo. En ocasiones, se incorporan aditivos para mejorar o modificar ciertas propiedades del concreto, según lo expone Abanto (2009).

Los componentes fundamentales del concreto, según Abanto (2008), incluyen el cemento, el agua, el aditivo, la arena como agregado fino, y materiales como grava, piedra chancada, confitillo y escoria de hornos como agregado grueso.

La combinación de estos elementos resulta en la formación de pasta (cemento + agua) y hormigón (agregado grueso + agregado fino), los cuales, al mezclarse, constituyen el concreto. Para lograr un concreto de calidad, se deben seguir fases esenciales en su elaboración, según ACI 318S-08 (2008), que

incluyen la dosificación, el mezclado, el transporte, la colocación, la consolidación y el curado.

2.2.3.1. Cemento Portland

El cemento Portland, fácilmente disponible en el mercado, al mezclarse con agua, ya sea solo o con materiales como arena y piedra, experimenta una reacción gradual con el agua que culmina en la formación de una masa endurecida. Básicamente, se trata de un Clinker finamente molido, resultado de la cocción a altas temperaturas de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones específicas, según Abanto (2008).

Las materias primas esenciales para la producción de cemento, como indica Torre (2004, p.6), son materiales calcáreos, materiales arcillosos con un contenido de sílice entre el 60% y el 70%, minerales de fierro para proporcionar el óxido férrico, y yeso que aporta el sulfato de calcio.

En términos químicos, los componentes del cemento Portland se expresan mediante el contenido de óxidos en porcentajes, según Torre (2004). Los principales óxidos incluyen cal, sílice, alúmina y óxido férrico, que en conjunto representan del 95% al 97% del total. Pequeñas cantidades de otros óxidos, como magnesia, anhídrido sulfúrico, álcalis y otros de menor importancia, también están presentes.

Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Portland, los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima, generando cuatro compuestos cruciales. Estos compuestos principales constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, y otros compuestos secundarios también están presentes en cantidades menores (Torre, 2004).

2.2.3.2. Agua

Riva (2012) expone que el agua presente en la mezcla de concreto lleva a cabo una reacción química con el material cementante para alcanzar la formación de gel y permitir que el conjunto de masa adquiera propiedades en estado no endurecido que faciliten su adecuada manipulación y colocación (Riva, 2012). En estado endurecido, transforma la mezcla en un producto con las propiedades y características deseadas (Riva, 2012).

Se destaca que, como requisito general, sin necesidad de realizar ensayos para verificar su calidad, se pueden emplear aguas de mezclado consideradas potables o aquellas que la experiencia demuestre su utilidad en la preparación del concreto (Riva, 2012, p.254). Es importante recordar que no todas las aguas aptas para el consumo son adecuadas para el mezclado, y viceversa; en general, el agua de mezclado debe carecer de sustancias colorantes, aceites y azúcares, dentro de las limitaciones establecidas en las diferentes secciones (Riva, 2012).

Adicionalmente, el agua utilizada no debe contener sustancias que afecten negativamente el fraguado, la resistencia, la durabilidad o la apariencia del concreto, así como los elementos metálicos embebidos en él (Riva, 2012). Antes de su empleo, se debe investigar y asegurar que la fuente de suministro no esté sujeta a influencias que puedan alterar su composición o características en comparación con las conocidas que permitieron su uso con resultados satisfactorios (Riva, 2012).

Según Riva, citado en Building Code Requirements for Structural Concrete (2012), se establecen cuatro requisitos para el agua de mezclado:

El agua debe estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto.

En el caso de concreto premezclado o con elementos de aluminio embebidos, no debe contener cantidades peligrosas de ion cloruro.

Salvo que se cumplan ciertas condiciones, no se debe utilizar agua no potable en el concreto.

Los cubos de ensayo de morteros preparados con agua no potable deben tener resistencias a los 7 y 28 días iguales o al menos el 90.1% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable (Building Code Requirements for Structural Concrete, 2012).

2.2.3.3. Agregados

Rivera (2013) sostiene que los agregados, también conocidos como áridos, son materiales inertes de forma granular, ya sean naturales o artificiales. Cuando se agrupan con cemento Portland en presencia de agua, forman un conjunto compacto, denominado mortero o concreto. En el contexto de las mezclas de mortero o concreto, se consideran como agregados aquellos materiales que poseen una resistencia suficiente por sí mismos (resistencia de la partícula) y que no perturban ni afectan adversamente las propiedades de las mezclas, garantizando una adherencia adecuada con la pasta endurecida del cemento Portland.

En términos generales, la mayoría de estos materiales son inertes, lo que significa que no generan reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento. Sin embargo, algunos agregados presentan una

fracción más fina con actividad debido a propiedades hidráulicas que contribuyen al desarrollo de la resistencia mecánica, como las escorias de alto horno de siderúrgicas y materiales de origen volcánico que contienen sílice activa, entre otros. Por otro lado, hay agregados que contienen elementos perjudiciales o eventualmente inconvenientes que reaccionan de manera negativa, afectando la estructura interna y durabilidad del concreto. Ejemplos de estos son los que contienen elementos sulfurados, aquellos con partículas pulverulentas más finas o aquellos en descomposición latente, como ciertas pizarras (Rivera, 2013).

El agregado fino según la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037 del año 2014, el agregado fino se define como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado de 9,5 mm (3/8 pulgadas) y queda retenido en el tamiz normalizado de 74 μm (N° 200). Debe cumplir con los límites establecidos por la normativa. Además, se especifica que el agregado fino no debe superar el 45% entre dos mallas consecutivas, y su módulo de fineza debe estar comprendido entre 2,3 y 3,1. Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones establecidas, siempre que haya estudios que aseguren que el material producirá concreto con la resistencia requerida. En una cantera específica, el módulo de fineza base no debe variar en más de 0.20, siendo este el valor típico de la cantera. Se destaca la importancia de la granulometría del agregado en la elaboración del concreto, ya que influye significativamente en la prevención de problemas como segregación, exudación y resistencia de los agregados.

Para el agregado grueso conforme a la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037 de 2014, el agregado grueso se compone de grava, piedra chancada, concreto reciclado o la combinación de estos materiales, de acuerdo con los requisitos establecidos por la normativa.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Cabuya maguey

La cabuya, conocida científicamente como *Furcraea Andina*, es una planta que varía en denominación según la región, siendo conocida como fique o penco en algunos lugares. Esta planta es nativa de los valles y laderas de los Andes y pertenece a la familia Agaváceas. Aunque la cabuya tiene un tronco relativamente pequeño, no mayor de 20 cm de altura, destaca por sus grandes hojas, que pueden medir entre 120 y 170 cm de largo y entre 15 y 20 cm de ancho.

Las fibras vegetales de la cabuya han sido parte integral de la cultura latinoamericana desde tiempos antiguos, utilizadas en la fabricación de diversos objetos, como prendas, bolsos, e incluso en la construcción de puentes. Estas fibras son conocidas por su gran adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y por su coloración, que varía entre tonos de amarillo, crema y blanco, con una textura suave. A pesar de ser fácilmente degradables en agua salada, generalmente presentan una notable resistencia y flexibilidad.

Según Flores G. (2011), el maguey, que también pertenece a la familia de las agaváceas y al género *Agave*, es ampliamente explotado en el noreste de México, particularmente en el estado de Nuevo León, donde ocupa aproximadamente el 90% de la vegetación. En el distrito de Cuenca, en

Huancavelica, las parcelas a menudo están delimitadas con maguey, y la fibra de maguey se utiliza como materia prima para fabricar sogas. Además, el maguey tiene aplicaciones en la medicina casera, como el aguamiel de maguey, utilizado para tratar enfermedades pulmonares y gastritis. En la construcción, las pencas de maguey se usan para techados de cobertizos para ganado y como canaletas. La fibra de maguey también se emplea en la fabricación de sogas, cuerdas, tapetes, entre otros productos.

2.3.1.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Tipo de Crecimiento: Planta herbácea que crece en la tierra. Origen: Fue introducida y se cultiva. Denominaciones Comunes: Mishki, pita, tsawar mishki, yanca chawar, yana chawar (en kichwa), chaguarquero (corrección del kichwa), cabuya, cabuya azul, cabuya negra, cabuyo negro, cabuyo verde, cháhuar, maguey, México, penca, penco, penco negro, sábila dulce (en castellano). (De la Torre et al., 2008)

2.3.1.2. AGAVE AMERICANA

La Agave americana, una planta perenne, se caracteriza por sus hojas suculentas y su considerable tamaño, pudiendo llegar a medir hasta cuatro metros de diámetro y dos metros de altura. Sus hojas, que surgen en forma de roseta desde un tallo corto, son sésiles y lanceoladas, con dimensiones de hasta dos metros de longitud y un ancho de hasta 25 cm en la base. Estas hojas carnosas y suculentas exhiben una variación de tonalidades que va desde el verde hasta el gris pálido, presentan una cutícula lisa o ligeramente rugosa y cuentan con bordes dentados que incorporan espinas rectas o curvas. Cada hoja culmina con una distintiva

espinas apicales de color café oscuro o grisáceo, que puede alcanzar hasta 5 cm de longitud.

Entre los 7 y 10 años de edad, la *Agave americana* produce una llamativa inflorescencia que puede elevarse hasta los 10 metros de altura, culminando en una panícula con múltiples umbelas que sostienen flores pediceladas, alargadas y de tonalidad blanco amarillento sobre un ovario verdoso. El fruto se presenta como una cápsula oblonga que alberga numerosas semillas alargadas (Pardo, 2005).

El sistema radicular de los agaves es superficial, adaptado para absorber la escasa agua proveniente de la lluvia que humedece la capa superficial del suelo. La sobrevivencia de la planta durante periodos de sequía se basa en el almacenamiento de agua y carbohidratos. La reproducción de la *Agave americana* es semélpara o monocárpica, lo que indica que la planta fallece después de reproducirse. Esta forma de reproducción, atípica en plantas con flores, podría haber evolucionado debido a la ventaja reproductiva de tener flores a mayor altura, resultando más atractivas para los polinizadores. A medida que aumenta el esfuerzo reproductivo, los recursos destinados al despliegue floral alcanzan su punto máximo, lo que conlleva a la muerte de la planta (García-Mendoza, 2007).

2.3.1.3. PROPIEDADES DEL MAGUEY

La fibra de cabuya, obtenida de las hojas de *Furcraea Andina*, una planta que se encuentra predominantemente en montañas y se cultiva en laderas y valles de los Andes, pertenece a la familia de las Agaváceas. Esta planta es común en la región andina del Perú, donde se cultiva especialmente en las estribaciones de la cordillera y en los valles para la producción de fibra. Durante su fase vegetativa,

la cabuya puede alcanzar alturas de hasta 1.5 metros, y sus fibras se caracterizan por ser robustas, rugosas y duraderas. Las propiedades mecánicas de la fibra de cabuya incluyen una resistencia a la fuerza de tracción de 132 MPa, resistencia a la fuerza de corte de 112 MPa, un módulo de elasticidad de 8-10 MPa y una elongación a la fractura del 9.80%.

El género Agave, al cual pertenece la cabuya, es originario del continente americano y fue introducido científicamente en Europa en el año 1753. El nombre del género deriva del término griego "Agavos", que significa algo admirable o noble. Según Fajardo Rodríguez C. (2018), esta planta ha sido aprovechada durante aproximadamente diez mil años, resaltando así su importancia histórica y cultural.

La cabuya es especialmente apreciada por su capacidad para crecer en climas desérticos, con bajas precipitaciones y sin necesidad de tratamientos intensivos para su cultivo, lo que la convierte en una opción económicamente atractiva. Además, al ser biodegradable y no causar impactos ambientales negativos durante su descomposición, la cabuya se presenta como una alternativa sostenible y de producción limpia para la obtención de materia prima.

2.3.1.4. FIBRA DE MAGUEY

La fibra de cabuya, proveniente de las hojas de la planta del género *Furcraea*, también conocida como Agave, destaca por sus propiedades mecánicas que le confieren una textura áspera, dureza y resistencia. El proceso para obtener esta fibra natural inicia con la extracción de los líquidos de las hojas, lo que proporciona la materia prima para su utilización en diversas aplicaciones.

Por lo general, la producción de fibra de cabuya es de naturaleza artesanal e implica una serie de procesos y subprocesos desde la recolección de la materia prima hasta la obtención del producto final, que es el tejido de fibra de cabuya. Este proceso se divide en varias etapas:

Extracción de la Fibra: Las hojas de la planta de cabuya son sometidas a un proceso para extraer los líquidos y obtener las fibras.

Preparación de la Fibra: Una vez extraídas, las fibras se limpian y se preparan para su procesamiento adicional.

Hilado: La fibra se hila para transformarla en cordel, utilizando generalmente tornos acoplados a motores de baja potencia.

Tejido: La fibra hilada se teje para crear diversos productos. Este proceso de tejido se realiza en telares de control manual, permitiendo una producción detallada y de alta calidad.

A pesar de la naturaleza artesanal del proceso, la combinación de técnicas tradicionales con una pequeña mecanización resulta en un equilibrio entre eficiencia y preservación de métodos artesanales. Este enfoque permite la creación de productos únicos y de alta calidad a partir de la fibra de cabuya.

2.3.1.5. PROPIEDADES DE LA FIBRA DE MAGUEY

Las propiedades mecánicas de la fibra de cabuya son cruciales para su aplicación en contextos arquitectónicos y en el reforzamiento, ya sea combinada con otros materiales o polímeros sintéticos. Gracias a su resistencia a la tracción, la fibra de cabuya se perfila como una alternativa viable en la fabricación de materiales compuestos, especialmente al ser combinada con resina poliéster, que exhibe resistencia a la tracción en el rango de 40 a 90 MPa.

Investigaciones, como la llevada a cabo por la Universidad Simón Bolívar en Venezuela (Contreras et al., 2009), han explorado el empleo de la fibra de cabuya en materiales compuestos. Este estudio se centró, específicamente, en la fractografía de la fibra natural extraída del fique y en un compuesto reforzado con tejido de fibra de cabuya y matriz de resina poliéster. Los ensayos de tensión e impacto revelaron propiedades notables de este compuesto.

Por otro lado, la investigación de Pinzón (2013) plantea que el uso de fibras de dimensiones mayores puede afectar la trabajabilidad y la resistencia de hormigones, microhormigones y morteros. Se sugiere que las dimensiones de las fibras sean inferiores a 6 cm. A pesar de las ventajas en tenacidad de las fibras de cabuya, son susceptibles al tiempo y al medio alcalino.

Fuentes & Olivera (2001), en su estudio "Fibras vegetales en el hormigón y su protección", indican que las fibras vegetales pueden deteriorarse en el hormigón. Para prevenir o retrasar este proceso, se recomienda el uso de sustancias blanqueadoras y repelentes de agua, o una combinación de ambas. Sustancias como el cromato de sodio, metasilicato de sodio, nitrito de sodio y ácido sulfanílico, comúnmente empleadas en la construcción como plastificantes o superplastificantes, pueden ser efectivas, aunque en algunos casos podrían reducir la resistencia a la tensión de la fibra.

Estos estudios enfatizan la importancia de considerar no solo las propiedades mecánicas de la fibra de cabuya, sino también su compatibilidad y comportamiento en diversas matrices y condiciones ambientales para su aplicación efectiva en el ámbito de la construcción y los materiales compuestos.



Figura 2: Agave americana.

Tomado de https://diariocorreio.pe/edicion/huancayo/proponen-miel-de-maguey-como-alivio-para-diabetes-asma-y-reumatismo-728207/#google_vignette

2.3.1.6. PROPIEDADES DE LA FIBRA DE MAGUEY

Las propiedades físicas de la fibra de cabuya son cruciales para su empleo en aplicaciones arquitectónicas y en la mejora combinada con otros materiales o polímeros sintéticos. Debido a su alta resistencia a la tracción, esta fibra se muestra como una alternativa viable para la producción de materiales compuestos, especialmente cuando se mezcla con resina poliéster, la cual tiene una resistencia a la tracción que varía entre 40 y 90 MPa. Investigaciones como la llevada a cabo por la Universidad Simón Bolívar en Venezuela (Contreras et al., 2009) han explorado la utilización de la fibra de cabuya en materiales compuestos. En concreto, este estudio se centró en el análisis de la estructura de la fibra natural extraída del fique y de un material compuesto reforzado con tejido de fibra de cabuya y matriz de resina poliéster. Los análisis de tensión e impacto revelaron propiedades notables de este compuesto. Por otro lado, la investigación realizada por Pinzón (2013) indica que emplear fibras de mayores dimensiones puede

disminuir la manejabilidad y la resistencia de hormigones, microhormigones y morteros. Por consiguiente, se sugiere que las dimensiones de las fibras sean inferiores a 6 cm. A pesar de que las fibras de cabuya ofrecen beneficios en términos de tenacidad, son susceptibles a la exposición al tiempo y a medios alcalinos. Fuentes & Olivera (2001) en su investigación "Fibras vegetales en el hormigón y su protección" mencionan que las fibras vegetales pueden sufrir deterioro en el hormigón. Para prevenir o retrasar este proceso, se propone el uso de agentes blanqueadores y repelentes de agua, o una combinación de ambos. Agentes como el cromato de sodio, el metasilicato de sodio, el nitrito de sodio y el ácido sulfanílico, que son comúnmente empleados en la construcción como plastificantes o superplastificantes, pueden resultar eficaces, aunque en ciertos casos podrían disminuir la resistencia a la tensión de la fibra. Estos estudios subrayan la importancia de considerar no solo las propiedades mecánicas de la fibra de cabuya, sino también su compatibilidad y su comportamiento en distintas matrices y condiciones ambientales para su implementación efectiva en el ámbito de la construcción y en materiales compuestos.

2.3.2. Resistencia a la flexión del concreto

La NMRCA (2020) explicó que la resistencia a la flexión del concreto se refiere a su capacidad para oponerse a fuerzas que intentan doblarlo o curvarlo. En otras palabras, representa la medida de la habilidad del concreto para resistir cargas que provocan flexión o curvatura en una viga, losa u otra estructura similar. Esta característica es crucial en el diseño estructural, ya que determina la capacidad del concreto para soportar cargas que generan momentos flexionantes. La resistencia a la flexión se evalúa mediante pruebas específicas, como la prueba

de flexión en vigas, en la que se aplica carga en el centro de una viga de concreto hasta que se produce la falla. El resultado se expresa típicamente en términos del módulo de rotura a través del ensayo ASTM C78 (carga en tercios), siendo este alrededor del 10% al 20% de la resistencia a la compresión, aunque esta proporción depende de las características del agregado grueso. También se puede obtener mediante el ensayo ASTM C293 (carga en punto medio), con un resultado que suele ser mayor que el obtenido en el ensayo con carga en tercios. La disposición de cargas en estos ensayos se ilustra a continuación:

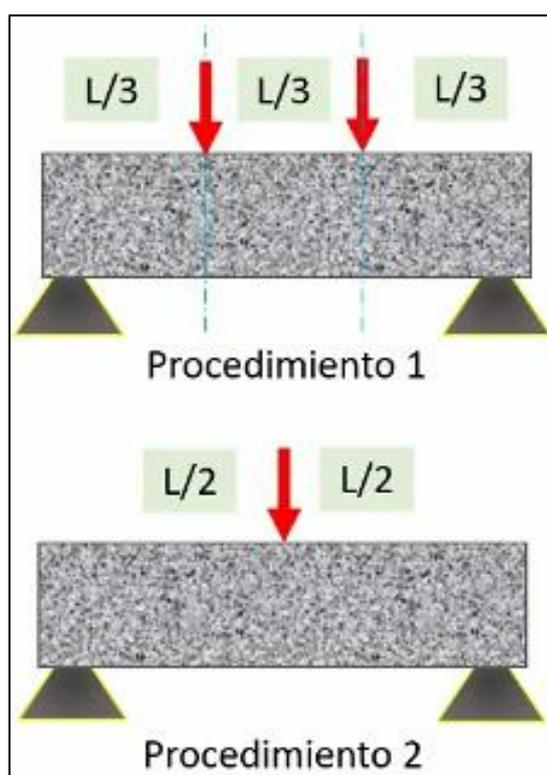


Figura 3: Ensayo de resistencia a la flexión
Tomado de <https://consuasingenieria1.wordpress.com/2014/01/29/ensayo-flexion-de-vigas/>

2.3.3. Resistencia a la tracción del concreto

La NMRCA (2020) ha señalado que la resistencia a la tracción se refiere a la capacidad del material para resistir fuerzas que buscan alargarlo. A diferencia de la resistencia a la compresión, que evalúa la capacidad del concreto para resistir

cargas que lo comprimen, la resistencia a la tracción se enfoca en su habilidad para soportar fuerzas de estiramiento. Aunque el concreto exhibe una notable resistencia a la compresión, presenta una relativa debilidad frente a fuerzas de tracción, lo que lo hace propenso a agrietarse o fracturarse bajo tales condiciones. Para contrarrestar esta vulnerabilidad en el diseño de estructuras de concreto, se incorporan comúnmente barras de acero (armaduras) para mejorar su capacidad de resistencia a la tracción y evitar la propagación de grietas. La evaluación de la resistencia a la tracción del concreto implica pruebas específicas, como la tracción directa o indirecta, y se expresa en términos de la carga máxima que puede soportar antes de fracturarse bajo condiciones de tracción. Esta propiedad resulta fundamental en el diseño de elementos estructurales, como vigas y losas, que experimentan fuerzas de tracción.

A continuación, se presentan los ensayos para obtener esta propiedad, con la tracción directa en el lado izquierdo y la compresión diametral (método brasileño) en el lado derecho:

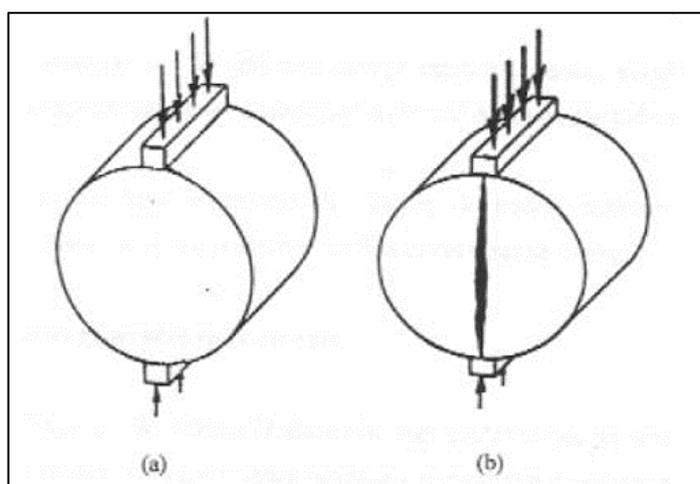


Figura 4: Ensayos de resistencia a la tracción.

Tomado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/60156/fichero/VOLUMEN+1%252FAAnexo1.pdf

2.3.4. Resistencia a la compresión del concreto

La NMRCA (2020) y Cemex Perú (2019) han indicado que la resistencia a la compresión simple, una propiedad fundamental del concreto, se define como su capacidad para resistir una carga por unidad de área, expresada generalmente en kg/cm², MPa o psi. Los resultados de las pruebas son cruciales para verificar que la mezcla de concreto cumple con la resistencia especificada (f'_c) para una estructura determinada, y estos resultados se emplean en el control de calidad, aceptación y estimación de la resistencia en estructuras. Las probetas cilíndricas, preparadas y curadas según normativas como ASTM C31, se someten a ensayos mediante procedimientos definidos por la ASTM C39. Se considera válido el resultado promedio de al menos 2 pruebas realizadas con la misma muestra y edad. Aunque la edad normativa para medir la resistencia suele ser de 28 días, hay una tendencia hacia la realización de pruebas a los 7 días. En el diseño estructural, se busca que el concreto supere la resistencia especificada para reducir el riesgo de incumplimiento. Los criterios de aceptación incluyen que el promedio de 3 ensayos consecutivos supere la resistencia especificada y que ningún ensayo sea inferior a la resistencia especificada en más de 500 psi (3.45 MPa). Se subraya que una prueba individual por debajo de f'_c no siempre se considera un fallo, ya que el promedio puede cumplir con la resistencia requerida. La velocidad de ganancia de resistencia del concreto está condicionada por diversos factores, tales como la composición química del cemento, la finura, la relación agua-cemento, la calidad de los agregados, las condiciones de temperatura y la eficacia del proceso de curado.

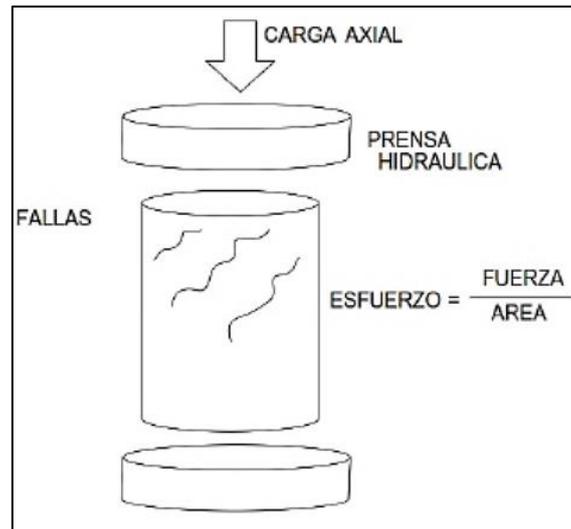


Figura 5: Ensayo de resistencia a la compresión.
Tomado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602022000100001

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.

3.2. Hipótesis específicas

1. La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.
2. La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la flexión.
3. La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual

VI : MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA

Aguilar et al (2007) indica que crece de manera espontánea o bajo cuidado en los valles y declives de los Andes, siendo parte de la familia de las Agaváceas. Aunque exhibe un tronco de dimensiones modestas que no excede los 20 cm de altura, su

magnitud reside en sus hojas, las cuales tienen unas medidas que oscilan entre 120 y 170 cm de longitud y un ancho de 15 a 20 cm.

VD: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Torres (2014) indica que se refieren a cómo se comporta un material frente a las fuerzas que actúan sobre él, y por ello son de suma importancia al seleccionar el material adecuado para la construcción de un objeto específico.

3.3.2. Definición operacional

VI : FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA

Se adicionó la fibra de maguey tipo agave americana en porcentajes de 0%, al 0.25%, al 0.5% y al 0.75% respecto al peso del cemento, a fin de ser comparado con la muestra patrón sin ninguna adición.

VD: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Se evaluó en laboratorio el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto a ser utilizado en edificaciones.

3.3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1. *Matriz de operacionalización de variables*

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	ESCALA DE MEDICIÓN
Fibra de maguey tipo agave americana	Aguilar et al (2007) indica que crece de manera espontánea o bajo cuidado en los valles y declives de los Andes, siendo parte de la familia de las Agaváceas. Aunque exhibe un tronco de dimensiones modestas que no excede los 20 cm de altura, su magnitud reside en sus hojas, las cuales tienen unas medidas que oscilan entre 120 y 170 cm de longitud y un ancho de 15 a 20 cm.	Se adicionó la fibra de maguey tipo agave americana en porcentajes de 0%, al 0.25%, al 0.5% y al 0.75% respecto al volumen del cemento, a fin de ser comparado con la muestra patrón sin ninguna adición.	Porcentaje de adición de la fibra de maguey tipo agave americana	0.00%	%	De intervalo
				0.25%	%	De intervalo
				0.50%	%	De intervalo
				0.75%	%	De intervalo
Propiedades mecánicas del concreto	Torres (2014) indica que se refieren a cómo se comporta un material frente a las fuerzas que actúan sobre él, y por ello son de suma importancia al seleccionar el material adecuado para la construcción de un objeto específico.	Se evaluó en laboratorio el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto a ser utilizado en edificaciones.	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	De razón
				Resistencia a la flexión	kg/cm ²	De razón
				Resistencia a la tracción	kg/cm ²	De razón

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

En el transcurso de esta investigación, se utilizó el método científico, el cual, según la definición de Tamayo y Tamayo (2003, p. 37), implica seguir procedimientos destinados a revelar información significativa y veraz, con el propósito de comprender, verificar, corregir o aplicar el intelecto.

4.2. Tipo de investigación

Esta investigación se considera como un estudio aplicado, dado que sus descubrimientos tendrán una aplicación práctica, especialmente en la resolución de problemas relacionados con la utilización de la fibra de maguey tipo agave americana. Estos resultados se emplearán específicamente en la formulación de mezclas de concreto hidráulico para pavimentos rígidos, destacando su importancia en aplicaciones concretas y prácticas.

4.3. Nivel de investigación

De acuerdo con Hernández (2006), la investigación explicativa se focaliza en identificar las causas de los eventos, sucesos o fenómenos analizados. Por consiguiente, el propósito de este estudio es investigar la fibra de maguey tipo

agave americana como un posible factor causal y su eventual repercusión en las propiedades físico-mecánicas del concreto hidráulico.

4.4. Diseño de la investigación

Según Hernández (2014, p. 151), los diseños cuasi experimentales se caracterizan por no asignar aleatoriamente los sujetos a los grupos, sino que estos grupos ya están preestablecidos antes de comenzar el experimento. En este caso, se realizarán pruebas de laboratorio con el propósito de contrastar los resultados obtenidos al incorporar diferentes proporciones de fibra de maguey tipo agave americana (0.0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%) en el concreto hidráulico.

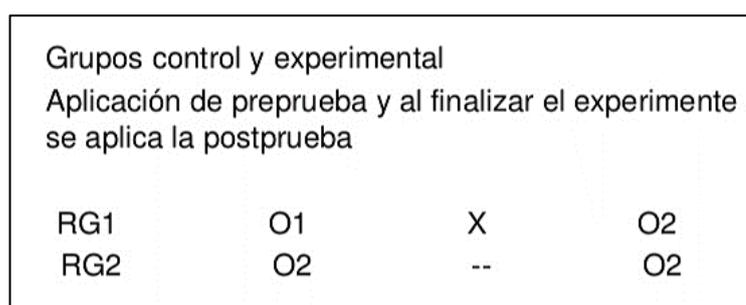


Figura 6: Cuasi-experimental

Tomado de <https://es.slideshare.net/PedroLagos1/diseos-de-experimentos-capitulo-07-hernandez-samperi>

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

La muestra de este estudio consistió en cuatro formulaciones distintas de concreto, las cuales diferirán en el nivel de incorporación de fibra de maguey tipo agave americana, abarcando porcentajes de 0.0%, 0.25%, 0.50% y 0.75%. El objetivo es contrastar estas formulaciones con un grupo de control, el cual no contendrá la adición de la fibra mencionada.

La determinación de la muestra se detalla en las tablas siguientes:

Tabla 2. *Población O.E. 1*

% APLICACIÓN	EDAD DEL CONCRETO (días)			
	7	14	21	28
0.00%	3	3	3	3
0.25%	3	3	3	3
0.50%	3	3	3	3
0.75%	3	3	3	3
NRO. DE ENSAYOS	48			

Tabla 3. *Población O.E. 2*

% APLICACIÓN	EDAD 28 DÍAS
0.00%	3
0.25%	3
0.50%	3
0.75%	3
NRO. DE ENSAYOS	12

Tabla 4. *Población O.E. 3.*

% APLICACIÓN	EDAD 28 DÍAS
0.00%	3
0.25%	3
0.50%	3
0.75%	3
NRO. DE ENSAYOS	12

4.5.2. Muestra

Hernández (2008, p. 562) proporciona una definición de muestra en una investigación cuantitativa como un conjunto de elementos, eventos, circunstancias, comunidades, entre otros, de los cuales se obtienen datos, sin necesariamente representar completamente la totalidad del universo o población bajo estudio. En este contexto, la muestra fue intencionada. El número total de pruebas será equivalente al número total de formulaciones, es decir, cuatro

dosificaciones. Por consiguiente, se llevará a cabo un muestreo censal, donde cada dosificación en la población será evaluada.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas

Se consideró a la observación directa, en la cual el investigador aseguró su presencia durante la ejecución de todos los ensayos requeridos para este estudio. Su participación activa y observación en cada uno de estos procedimientos fue fundamental para garantizar la precisión y la calidad de los datos obtenidos.

Así también se utilizó la revisión bibliográfica, ya que esta técnica que implica la exploración tanto física como virtual de diversas fuentes de información. Esto abarcó una revisión exhaustiva de tesis, libros, artículos y otros documentos relevantes relacionados con las variables del estudio. Esta metodología aseguró una comprensión amplia y detallada del tema en cuestión.

Para la obtención de datos del efecto en laboratorio se tomaron pruebas estandarizadas, de acuerdo a las NTP correspondientes, lo cual fue esencial para corroborar las hipótesis planteadas en el estudio. Para ello, se llevaron a cabo los siguientes ensayos específicos:

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.
- Resistencia a la tracción.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Sánchez, Fernández y Díaz (2021), los recursos utilizados para recabar información de manera sistemática y uniforme incluyen una variedad de métodos como cuestionarios, entrevistas, observación, escalas de medición, registros

de datos y mediciones fisiológicas. La elección del instrumento adecuado depende de la naturaleza de la investigación y los datos necesarios. Los instrumentos empleados en este estudio fueron los siguientes:

- Formato para evaluar la resistencia a la compresión.
- Formato para evaluar la resistencia a la flexión.
- Formato para evaluar la resistencia a la tracción.

VALIDEZ: De acuerdo con Villasís et al. (2018), en el ámbito de la investigación científica, la validez se refiere a la exactitud y representatividad de los resultados y conclusiones en relación con el fenómeno bajo estudio. Esta noción implica la adecuación de los métodos, procedimientos e instrumentos utilizados, así como la minimización de sesgos y errores. La validez se evalúa en diversas dimensiones, como la interna, externa, de constructo y de contenido. Además, los datos recopilados fueron obtenidos a través de ensayos llevados a cabo en laboratorios con equipos debidamente calibrados y certificados por INACAL, en cumplimiento de las regulaciones y estándares técnicos, con el propósito de garantizar la autenticidad y fiabilidad de los resultados.

CONFIABILIDAD: Según Villasís et al. (2018), en el contexto de la investigación científica, la confiabilidad se refiere a la estabilidad y coherencia de los resultados derivados de mediciones u observaciones, lo que implica la precisión y reproducibilidad de los datos recopilados. La confiabilidad se examina en diferentes aspectos, como la consistencia interna, la estabilidad temporal, la concordancia entre evaluadores y la equivalencia entre formas paralelas. Además los ensayos se llevaron

a cabo en un laboratorio con equipos calibrados y certificados por una empresa respaldada por INACAL, respaldada por profesionales con experiencia en el campo.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos comprende el conjunto de técnicas y enfoques empleados para examinar, interpretar y extraer conclusiones a partir de los datos recopilados, con el propósito de ofrecer respuestas y contribuir al conocimiento generado por el estudio (Lemus y Pérez, 2020). Entre estas técnicas, para poner a prueba las hipótesis planteadas, el análisis de varianza (ANOVA) se destaca como una herramienta estadística utilizada en la investigación para analizar las disparidades entre las medias de tres o más grupos, siendo una extensión del test utilizado para contrastar las medias de dos grupos. Su objetivo principal es determinar si las diferencias observadas entre los grupos son estadísticamente significativas o simplemente se deben a la variabilidad aleatoria inherente a los datos.

Se busca evaluar si existen diferencias sustanciales entre los grupos que no puedan ser atribuidas al azar, utilizando la media aritmética como una medida descriptiva para representar la tendencia central de un conjunto de datos, calculando la suma de los valores del grupo y dividiéndolos por el número total de observaciones en ese grupo. El análisis se centra en la variabilidad entre las medias de los grupos en comparación con la variabilidad dentro de los grupos (Nowakowski, 2019). En este sentido, para la presente investigación, se empleó el análisis de varianza (ANOVA) como método estadístico inferencial para poner a

prueba las hipótesis de estudio, respaldado por programas estadísticos como SPSS, y se aplicó la estadística descriptiva para utilizar la media aritmética, analizando sus interacciones y obteniendo conclusiones más sólidas. Además, se utilizaron programas como MS Excel para elaborar e interpretar los resultados mediante tablas y gráficos.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Esta investigación se apoyó en fuentes de información confiables previamente validadas a través de artículos científicos y tesis de posgrado obtenidos de reconocidas plataformas digitales como repositorios, Redalyc, ScienceDirect, SCIELO, entre otras revistas científicas. Se siguieron las directrices establecidas por el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería - UPLA para una correcta citación y referencia, incluyendo tablas y figuras relevantes para respaldar la información. Además, se aplicaron normas técnicas como la NTP o ASTM para cada prueba específica dentro del marco de la investigación. Se utilizó la herramienta Turnitin para detectar similitudes en el contenido y garantizar la originalidad del trabajo. La investigación enfatizó la responsabilidad del autor al presentar contenido original y ético, citando adecuadamente la información de otros autores y seleccionando lo más relevante para respaldar el estudio, en total concordancia con el Código de Ética para la Investigación Científica en la Universidad Peruana Los Andes. Además, se establecieron criterios para evaluar la calidad ética, de la siguiente manera:

Beneficencia y no maleficencia: La investigación garantizó el bienestar y la integridad de los participantes involucrados durante el desarrollo del estudio, al

mismo tiempo que se procuró minimizar los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios para los participantes.

Conservación del medio ambiente y preservación de la biodiversidad: No se llevaron a cabo acciones que pudieran causar daño al entorno natural y a la diversidad biológica, lo que implica el respeto hacia todas las especies de seres vivos y sus variaciones, así como hacia la diversidad genética.

Responsabilidad: El investigador y demás involucrados actuaron de manera responsable considerando la pertinencia, alcance y repercusiones de la investigación, tanto a nivel individual como institucional y social.

Veracidad: Se garantizó el estricto apego a la verdad en todas las etapas del proceso investigativo, desde la formulación del problema hasta la interpretación y comunicación de los resultados.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

En relación al diseño tecnológico, se ha contemplado la utilización de un concreto con resistencia característica $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para su aplicación en pavimentos rígidos. Se ha establecido un slump de diseño en un rango entre 3 y 4 pulgadas, así como un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4 pulgada.

Este concreto fue elaborado en el laboratorio CIAA Santa Cruz Geotecnia, donde se llevó a cabo un diseño de mezcla utilizando el método del módulo de finura como enfoque para dicho diseño.

Las características del agregado grueso empleado en la mezcla de concreto fueron las siguientes:

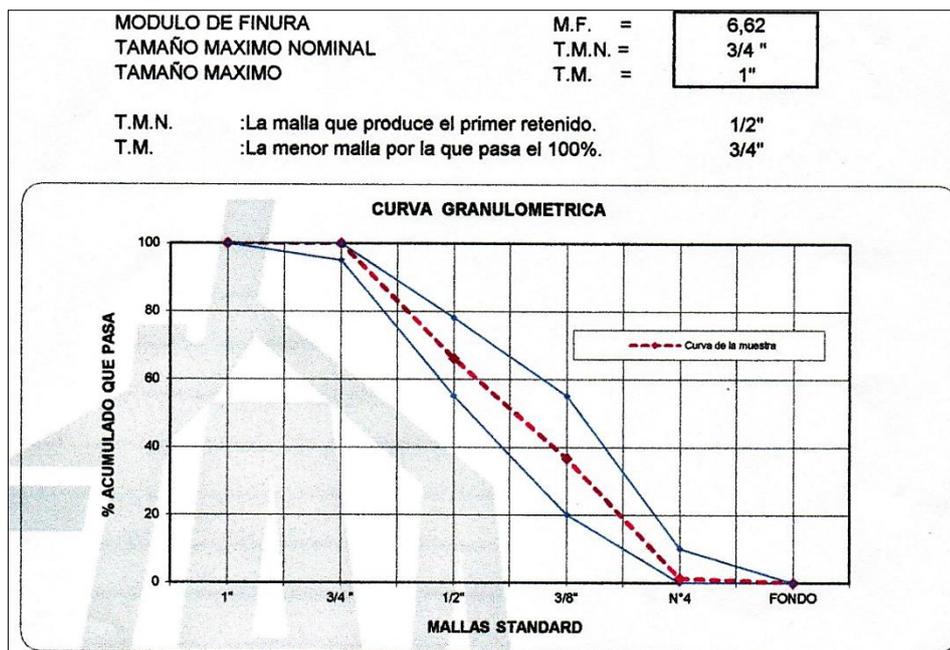


Figura 7: Agregado grueso utilizado.

Las propiedades del agregado fino fueron las siguientes:

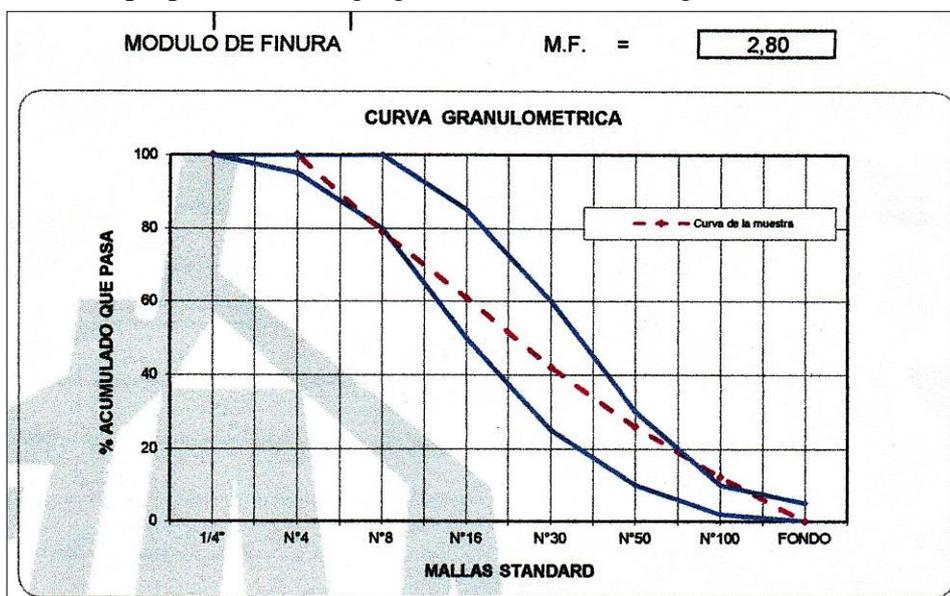


Figura 8: Agregado fino utilizado.

Basándose en las especificaciones mencionadas previamente en cuanto a los agregados, junto con el uso de Cemento Portland Tipo I suministrado por la marca Andino y agua potable proveniente de la red pública del distrito se llevó a cabo la formulación de las mezclas siguiendo los siguientes criterios y procedimientos:

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO TIPO I:		3,150	MARCA: ANDINO	
CARACTERISTICA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS			A.F.	A.G.
PESO ESPECIFICO EN MASA			2,567	2,644
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO			1790	1551
PORCENTAJE DE ABSORCION			1,38	0,731
CONTENIDO DE HUMEDAD			2,53	1,15
MODULO DE FINEZA			2,80	6,62
TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS (pulgadas)				1"
ASENTAMIENTO O REVESTIMIENTO (mm.)				3" - 4"
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Kg/cm3.)				205,000
PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO				2,000
RELACION AGUA/CEMENTO				0,560
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m3. DE CONCRETO				0,600
PESO DE CEMENTO				366,071
PESO DE AGREGADO GRUESO				930,756
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO				0,116
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA				0,205
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE				0,020
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO				0,352
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO				0,307
PESO SECO DEL AGREGADO FINO				787,456
PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO				807,378
PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO				941,460
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO				1,172
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO				0,419
APORTE DE AGUA DEL FINO				9,229
APORTE DE AGUA DEL GRUESO				3,900
APORTE DE AGUA DEL AGREGADO				13,129
AGUA EFECTIVA				191,871

Figura 9: Características y diseño.

Finalmente se obtuvo la siguiente dosificación para la mezcla:

DISEÑO EN SECO (Kg/m3.)	CEMENTO :	366,07	A.F.	787,46	A.G.	930,756	AGUA	205,000
DISEÑO EN OBRA (Kg/m3.)	CEMENTO :	366,07	A.F.	807,38	A.G.	941,460	AGUA	191,87
CANT. MAT./M3.	BOLSAS	8,61	M3. A.F.	0,451	M3. A.G.	0,607	GAL. AGUA	50,69
PROPORCION : TANDA EN PIE3	CEMENTO	1	A.F.	1,833	A.G.	2,466	p3 .AGUA	0,52

Figura 10: Proporciones del concreto

Utilizando esta composición de mezcla, se elaboró el concreto al que se le incorporó la fibra materia de investigación.

5.2. Descripción de resultados

5.2.1. Respecto al objetivo específico 01:

En relación al primer objetivo específico, que consistió en examinar el impacto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la compresión, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

CONCRETO SIN ADICIÓN:

El concreto sin adiciones de fibra de agave americana obtuvo los resultados que se muestran seguidamente:

Tabla 5. *Compresión sin adición.*

EDAD	CARGA	RESISTENCIA (f _c en kg/cm ²)	% f _c FRENTE A f _c DE DISEÑO (f _c en kg/cm ²)
7	25260	143.20	68%
7	26250	148.81	71%
7	25850	146.54	70%
14	31510	178.63	85%
14	31650	179.42	85%
14	32150	182.26	87%
21	35570	201.64	96%
21	35150	199.26	95%
21	35850	203.23	97%
28	37880	214.74	102%
28	38120	216.10	103%
28	37980	215.31	103%

Se aprecia que el concreto a los siete días alcanza una resistencia alrededor del 70% de la resistencia de diseño ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$), a los catorce días de 86%, a los 21 días de 96%, lo cual se encuentra dentro de los criterios teóricos al respecto.

CONCRETO CON 0.25%:

El concreto con 0.25% de adición de fibra de agave americana obtuvo los resultados que se muestran seguidamente:

Tabla 6. *Compresión adición 0.25%.*

EDAD	CARGA	RESISTENCIA (f _c en kg/cm ²)	% f _c FRENTE A f _c DE DISEÑO (f _c en kg/cm ²)
7	27470	155.73	74%
7	27850	157.88	75%
7	27450	155.61	74%
14	32510	184.30	88%
14	32650	185.09	88%
14	32850	186.22	89%
21	37630	213.32	102%
21	37520	212.70	101%
21	37850	214.57	102%
28	38970	220.92	105%
28	38850	220.24	105%
28	39250	222.51	106%

Se aprecia que el concreto a los siete días alcanza una resistencia alrededor del 74% de la resistencia de diseño ($f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$), a los catorce días de 88%, a los 21 días de 102%, lo cual se encuentra dentro de los criterios teóricos al respecto.

CONCRETO CON 0.5%:

El concreto con 0.5% de adición de fibra de agave americana obtuvo los resultados que se muestran seguidamente:

Tabla 7. Compresión adición 0.5%.

EDAD	CARGA	RESISTENCIA (f'c en kg/cm ²)	% f'c FRENTE A f'c DE DISEÑO (f'c en kg/cm ²)
7	26650	151.08	72%
7	26950	152.78	73%
7	26450	149.94	71%
14	30570	173.30	83%
14	31200	176.87	84%
14	30850	174.89	83%
21	35620	201.93	96%
21	36120	204.76	98%
21	35950	203.80	97%
28	36250	205.50	98%
28	37150	210.60	100%
28	37100	210.32	100%

Se aprecia que el concreto a los siete días alcanza una resistencia alrededor del 72% de la resistencia de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), a los catorce días de 83%, a los 21 días de 97%, lo cual se encuentra dentro de los criterios teóricos al respecto.

CONCRETO CON 0.75%:

El concreto con 0.75% de adición de fibra de agave americana obtuvo los resultados que se muestran seguidamente:

Tabla 8. *Compresión adición 0.75%.*

EDAD	CARGA	RESISTENCIA (f _c en kg/cm ²)	% f _c FRENTE A f _c DE DISEÑO (f _c en kg/cm ²)
7	24800	140.59	67%
7	24950	141.44	67%
7	24250	137.47	65%
14	28890	163.78	78%
14	29500	167.23	80%
14	28780	163.15	78%
21	32810	186.00	89%
21	32150	182.26	87%
21	32950	186.79	89%
28	34680	196.60	94%
28	35150	199.26	95%
28	34950	198.13	94%

Se aprecia que el concreto a los siete días alcanza una resistencia alrededor del 67% de la resistencia de diseño ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$), a los catorce días de 78%, a los 21 días de 88%, lo cual se encuentra dentro de los criterios teóricos al respecto.

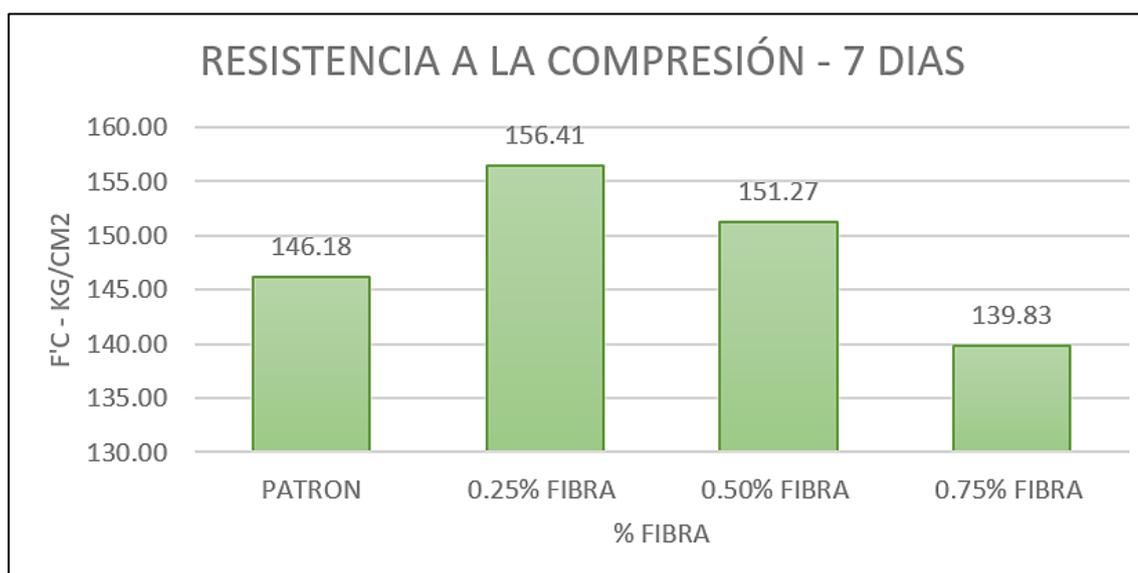
Realizándose el comparativo de los resultados obtenidos por las diversas adiciones frente al concreto normal, obtenemos lo siguiente:

Tabla 9. *Compresión comparativo.*

Edad del Concreto	PATRON	0.25% FIBRA	0.50% FIBRA	0.75% FIBRA
7 DIAS	146.18	156.41	151.27	139.83
14 DIAS	180.10	185.20	175.02	164.72
21 DIAS	201.38	213.53	203.50	185.02
28 DIAS	215.38	221.22	208.81	198.00

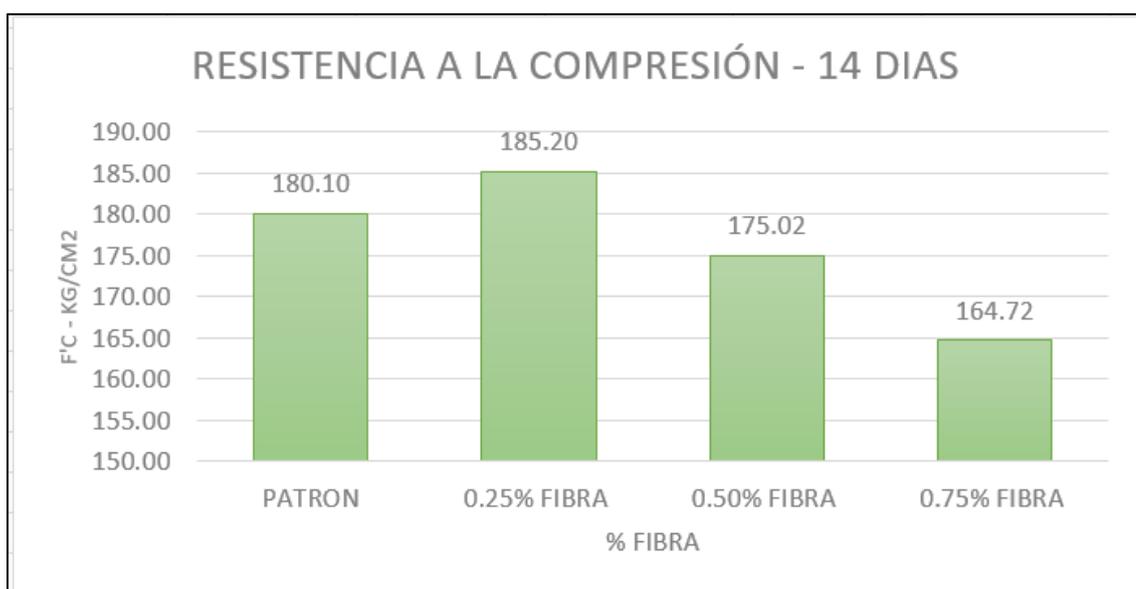
Como se logra apreciar a los siete días, el concreto normal obtuvo un valor de 146.18 kg/cm^2 , la adición al 0.25% obtiene 156.41 kg/cm^2 siendo mayor en 7%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 151.27 kg/cm^2 siendo 3% mayor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 139.83 kg/cm^2 siendo menor al convencional en 4%.

Gráfico 1. Compresión 7 días.



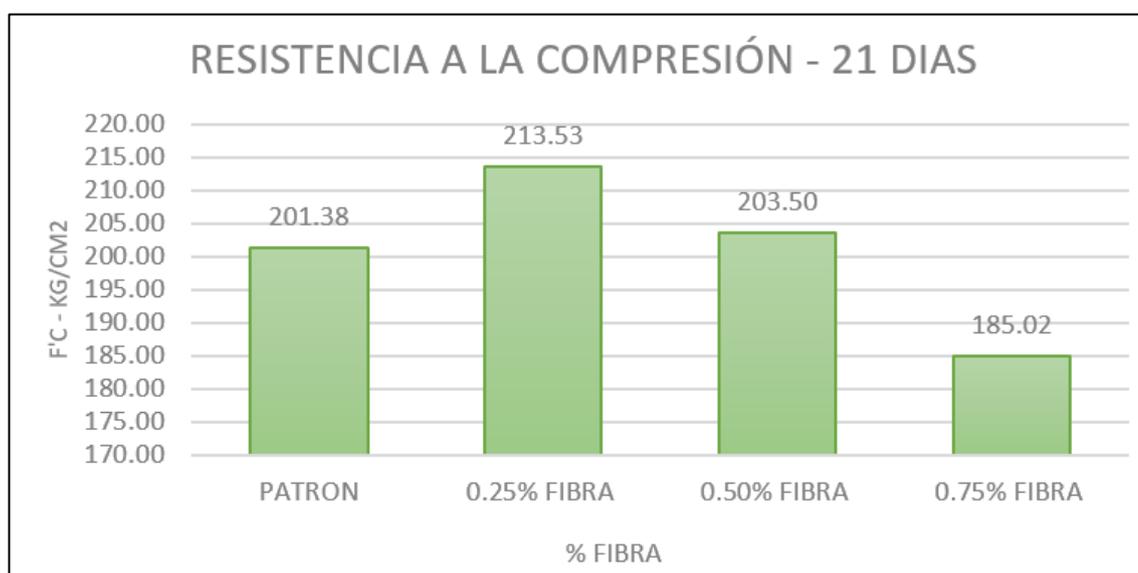
Seguidamente, a los catorce días, el concreto normal obtuvo un valor de 180.10 kg/cm^2 , la adición al 0.25% obtiene 185.20 kg/cm^2 siendo mayor en 3%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 175.02 kg/cm^2 siendo 3% menor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 164.72 kg/cm^2 siendo menor al convencional en 9%.

Gráfico 2. Compresión 14 días.



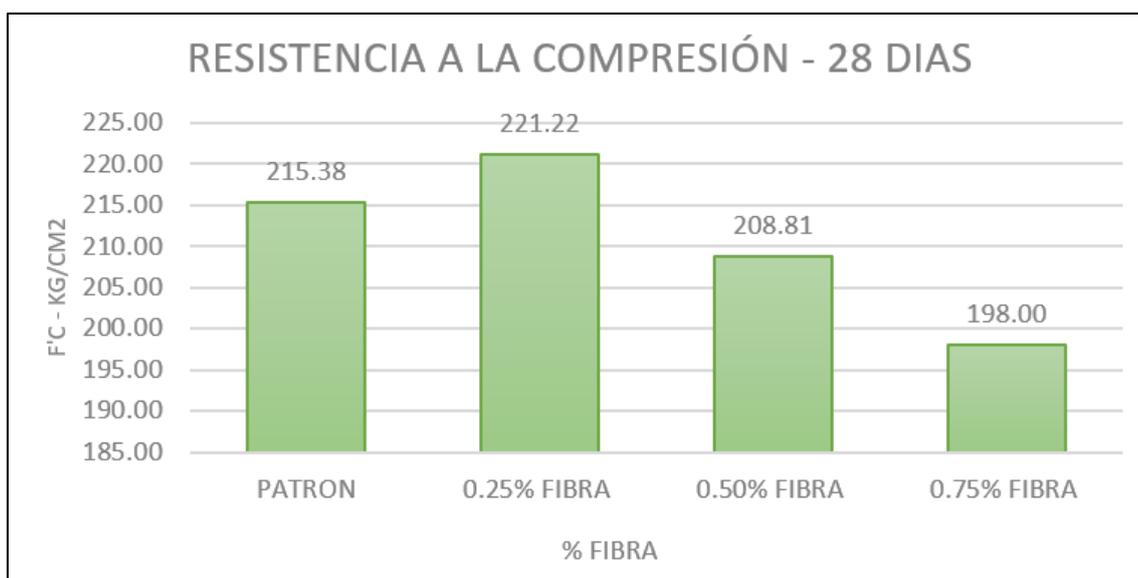
Asimismo, a los veintidós días, el concreto normal obtuvo un valor de 201.38 kg/cm², la adición al 0.25% obtiene 213.53 kg/cm² siendo mayor en 6%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 203.50 kg/cm² siendo 1% mayor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 185.02 kg/cm² siendo menor al convencional en 8%.

Gráfico 3. Compresión 21 días.



Finalmente, a los veintiocho días, el concreto normal obtuvo un valor de 215.38 kg/cm², la adición al 0.25% obtiene 221.22 kg/cm² siendo mayor en 3%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 208.81 kg/cm² siendo 3% menor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 198.00 kg/cm² siendo menor al convencional en 8%.

Gráfico 4. Compresión 28 días.



Estos resultados señalan que la resistencia a la compresión a los 28 días experimenta un incremento únicamente al incorporar un 0.25% de fibra de agave americano en comparación con el concreto convencional, mientras que para adiciones del 0.50% y 0.75% no logran superar el valor convencional, mostrando reducciones del 3% y 8%, respectivamente

5.2.2. Respecto al objetivo específico 02:

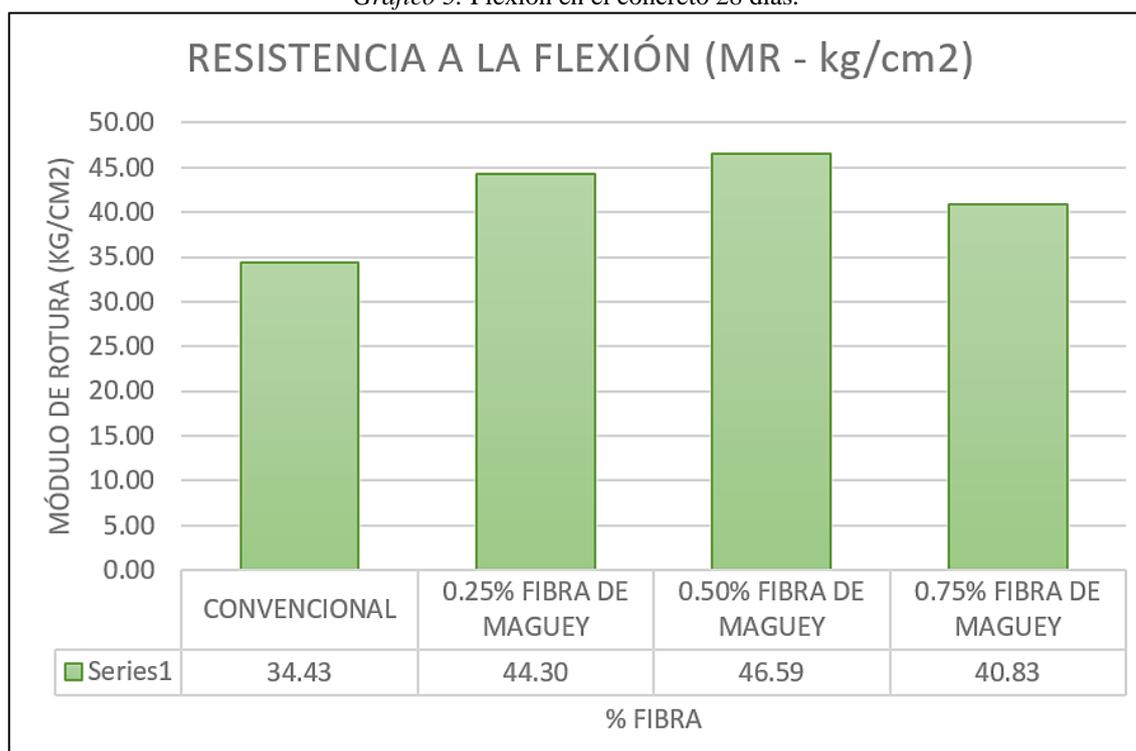
En cuanto al segundo objetivo específico, que implicaba establecer el impacto de la fibra proveniente del agave americano en la resistencia a la flexión, se lograron identificar los siguientes resultados:

Tabla 10. Flexión en el concreto 28 días.

ADICIONES	REISTENCIA A LA FLEXIÓN Módulo de Rotura (kg/cm ²) a los 28 días			PROMEDIO Módulo de Rotura (kg/cm ²)
CONVENCIONAL	33.849	34.907	34.529	34.43
0.25% FIBRA DE MAGUEY	43.822	44.578	44.502	44.30
0.50% FIBRA DE MAGUEY	45.787	47.147	46.844	46.59
0.75% FIBRA DE MAGUEY	45.484	45.333	31.658	40.83

En la tabla anterior se aprecia que el concreto convencional obtuvo una resistencia a la flexión (módulo de rotura) de 34.43 kg/cm², cumpliendo el valor mínimo indicado en la Norma CE.010 para pavimentos rígidos en zonas urbanas (34.00 kg/cm²) mientras que la adición al 0.25% obtuvo un valor de 44.30 kg/cm², la adición al 0.50% obtuvo un valor de 46.59 kg/cm² y la adición al 0.755% obtuvo un valor de 40.83 kg/cm².

Gráfico 5. Flexión en el concreto 28 días.



La gráfica evidencia que las incorporaciones de fibra de agave americana al 0.25%, 0.50% y 0.75% arrojaron valores superiores al estándar convencional, excediendo este último en un 29%, 35% y 19%, respectivamente. Por consiguiente, podemos afirmar que la inclusión de fibra de agave americana resulta en un incremento en la resistencia a la flexión, con valores de módulo de rotura que superan el estándar convencional. Específicamente, se destaca que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento, con un 35%, seguida por la adición al 0.25%, con un 29%.

5.2.3. Respecto al objetivo específico 03:

En relación al tercer objetivo específico, orientado a evaluar el impacto de la fibra derivada del agave americano en la resistencia a la tracción, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

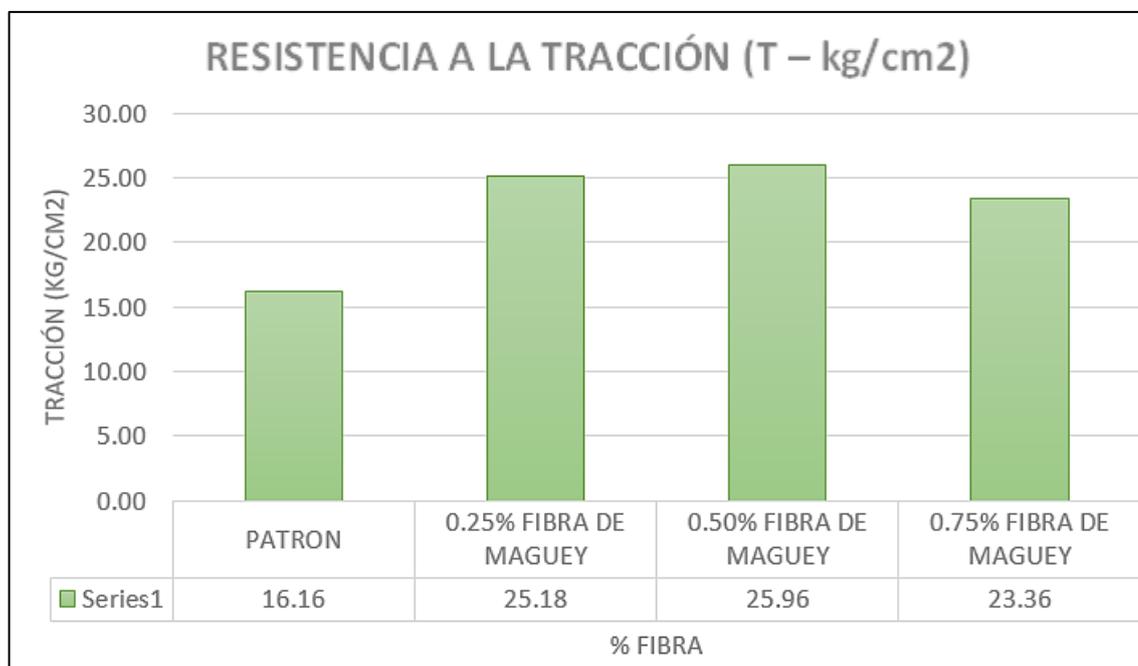
Tabla 11. *Tracción en el concreto 28 días.*

ADICIÓN	LONGITUD	DIAMETRO	CARGA	TRACCIÓN T (kg/cm ²)	PROMEDIO TRACCIÓN T (kg/cm ²)
PATRON	30	15	10980.00	15.53	16.16
	30	15	11850.00	16.76	
	30	15	11450.00	16.20	
0.25% FIBRA DE MAGUEY	30	15	17990.00	25.45	25.18
	30	15	17850.00	25.25	
	30	15	17560.00	24.84	
0.50% FIBRA DE MAGUEY	30	15	18170.00	25.71	25.96
	30	15	18250.00	25.82	
	30	15	18620.00	26.34	
0.75% FIBRA DE MAGUEY	30	15	16480.00	23.31	23.36
	30	15	16650.00	23.55	
	30	15	16420.00	23.23	

En la tabla anterior se aprecia que el concreto convencional obtuvo una resistencia a la tracción de 16.16 kg/cm², mientras que la adición al 0.25% obtuvo

un valor de 25.18 kg/cm², la adición al 0.50% obtuvo un valor de 25.96 kg/cm² y la adición al 0.755% obtuvo un valor de 23.36 kg/cm².

Gráfico 6. Resultados tracción.



La gráfica evidencia que las incorporaciones de fibra de agave americana al 0.25%, 0.50% y 0.75% arrojaron valores superiores al estándar convencional, excediendo este último en un 56%, 61% y 45%, respectivamente. Por consiguiente, podemos afirmar que la inclusión de fibra de agave americana resulta en un incremento en la resistencia a la tracción, con valores de módulo de rotura que superan el estándar convencional. Específicamente, se destaca que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento, con un 61%, seguida por la adición al 0.25%, con un 56%.

5.3. Contrastación de hipótesis

Se llevó a cabo la contrastación de las hipótesis específicas tal como se aprecia a continuación:

Hipótesis específica 01:

El problema específico 1 fue: ¿Cuál es el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la compresión?. Planteándose lo siguiente:

Hipótesis nula H0: La adición de fibra de maguey tipo agave americana no ejerce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

Hipótesis alternativa H1: La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

Los resultados de la normalidad obtenidos para la compresión encontrados fueron:

Tabla 12. *Comprobación de normalidad compresión.*

Indicador	Adición fibra de carrizo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	0%	0.991	3	0.822
	0.25%	0.949	3	0.566
	0.50%	0.791	3	0.093
	0.75%	0.993	3	0.835

a. Corrección de significación de Lilliefors

En cada incremento, se observa que el valor p (Significancia) se sitúa por encima de 0.05, indicando una distribución normal, lo que permite la utilización de pruebas estadísticas paramétricas. Se procede entonces a llevar a cabo tanto la prueba de homogeneidad de varianzas mediante Levene, como la prueba paramétrica ANOVA, dado que se dispone de datos que siguen una distribución normal.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 13. *Homogeneidad compresión.*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión	Se basa en la media	3.783	3	8	0.059
	Se basa en la mediana	0.389	3	8	0.764
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.389	3	2.816	0.772
	Se basa en la media recortada	3.262	3	8	0.080

Ahora se muestran los resultados del Anova: En cada incremento, se observa que el valor p (Significancia) es superior a 0.05, lo que indica la posibilidad de utilizar la prueba estadística paramétrica ANOVA. La homogeneidad de varianzas es un concepto estadístico que se refiere a la suposición de que las varianzas de diferentes grupos o poblaciones son equivalentes. Este criterio es fundamental en el análisis de varianza (ANOVA). Al realizar esta prueba bajo la premisa de homogeneidad de varianzas, se evalúa si las varianzas entre los distintos grupos son aproximadamente iguales. Si esta suposición no se cumple, podría afectar la validez de las pruebas estadísticas y conducir a conclusiones incorrectas.

A continuación se presentan los resultados del ANOVA:

Tabla 14. *Varianzas compresión.*

Resistencia a la compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	892.622	3	297.541	100.639	0.000
Dentro de grupos	23.652	8	2.957		
Total	916.274	11			

El P-valor obtenido por la prueba Anova fue de 0.000 que es menor que 0.05, lo cual nos permite rechazar la hipótesis nula planteada H_0 , así como aceptar la hipótesis alternativa H_1 : La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

Asimismo se ha realizado la prueba post hoc, a través de la prueba de Tukey, ya que se tiene homogeneidad de varianzas, a fin de determinar la significancia entre las distintas comparaciones de medias.

Tabla 15. *Prueba de Tukey compresión.*

VD: Resistencia a la compresión

HSD Tukey

(I) Fibra de maguey tipo agave americana	(J) Fibra de maguey tipo agave americana	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	0.25%	-5,84000*	1.40393	0.013	-10.3359	-1.3441
	0.50%	6,57667*	1.40393	0.007	2.0808	11.0725
	0.75%	17,38667*	1.40393	0.000	12.8908	21.8825

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se aprecia que todas las adiciones de agave americana han generado diferencias significativas de acuerdo a la significancia obtenida que es menor a 0.05 en cada caso.

Hipótesis específica 02:

El problema específico 2 fue: ¿Qué efecto provoca la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la flexión?. Planteándose lo siguiente:

Hipótesis nula H0: La adición de fibra de maguey tipo agave americana no ejerce un efecto significativo en la resistencia a la flexión.

Hipótesis alternativa H1: La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la flexión.

Los resultados de la normalidad obtenidos en la tracción con 28 días de edad fueron:

Tabla 16. *Comprobación de normalidad flexión.*

Indicador	Adición fibra de carrizo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión	0%	0.974	3	0.691
	0.25%	0.818	3	0.159
	0.50%	0.910	3	0.419
	0.75%	0.758	3	0.018

a. Corrección de significación de Lilliefors

En cada incremento, se observa que el valor p (Significancia) se sitúa por encima de 0.05, indicando una distribución normal, lo que permite la utilización de pruebas estadísticas paramétricas. Se procede entonces a llevar a cabo tanto la prueba de homogeneidad de varianzas mediante Levene, como la prueba paramétrica ANOVA, dado que se dispone de datos que siguen una distribución normal.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 17. *Homogeneidad flexión.*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la flexión	Se basa en la media	13.588	3	8	0.166
	Se basa en la mediana	0.874	3	8	0.494
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.874	3	2.036	0.571
	Se basa en la media recortada	10.765	3	8	0.351

Ahora se muestran los resultados del Anova: En cada incremento, se observa que el valor p (Significancia) es superior a 0.05, lo que indica la posibilidad de utilizar la prueba estadística paramétrica ANOVA. La homogeneidad de varianzas es un concepto estadístico que se refiere a la suposición de que las varianzas de diferentes grupos o poblaciones son equivalentes. Este criterio es fundamental en el análisis de varianza (ANOVA). Al realizar esta prueba bajo la premisa de homogeneidad de varianzas, se evalúa si las varianzas entre los distintos grupos son aproximadamente iguales. Si esta suposición no se cumple, podría afectar la validez de las pruebas estadísticas y conducir a conclusiones incorrectas.

A continuación se presentan los resultados del ANOVA:

Tabla 18. *Varianzas flexión.*

Resistencia a la flexión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	252.714	3	84.238	5.269	0.027
Dentro de grupos	127.907	8	15.988		
Total	380.621	11			

El valor p obtenido mediante la prueba ANOVA fue de 0.027, lo que es inferior a 0.05. Esto nos permite rechazar la hipótesis nula (H0) y, en consecuencia, aceptar la hipótesis alternativa (H1): La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la flexión.

Además, se llevó a cabo una prueba post hoc mediante el test de Tukey, dado que se cumplió con la homogeneidad de varianzas, con el fin de determinar la significancia entre las diversas comparaciones de medias.

Tabla 19. *Prueba de Tukey flexión.*

VD: Resistencia a la flexión

HSD Tukey

(I) Fibra de maguey tipo agave americana	(J) Fibra de maguey tipo agave americana	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	0.25%	-9.8733333*	3.26480	0.043	-20.3284	0.5817
	0.50%	-12.163333*	3.26480	0.024	-22.6184	-1.7083
	0.75%	-6.39333333*	3.26480	0.028	-16.8484	4.0617

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se aprecia que todas las adiciones de agave americana han generado diferencias significativas de acuerdo a la significancia obtenida que es menor a 0.05 en cada caso.

Hipótesis específica 03:

El problema específico 3 fue: ¿Qué efecto produce la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la tracción?. Planteándose lo siguiente:

Hipótesis nula H0: La adición de fibra de maguey tipo agave americana no ejerce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.

Hipótesis alternativa H1: La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.

Los resultados de la normalidad obtenidos en la compresión con 28 días de edad fueron:

Tabla 20. *Comprobación de normalidad tracción.*

Indicador	Adición fibra de carrizo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción	0%	0.997	3	0.901
	0.25%	0.962	3	0.625
	0.50%	0.876	3	0.314
	0.75%	0.923	3	0.463

a. Corrección de significación de Lilliefors

En cada incremento, se observa que el valor p (Significancia) se sitúa por encima de 0.05, indicando una distribución normal, lo que permite la utilización de pruebas estadísticas paramétricas. Se procede entonces a llevar a cabo tanto la prueba de homogeneidad de varianzas mediante Levene, como la prueba paramétrica ANOVA, dado que se dispone de datos que siguen una distribución normal.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 21. *Homogeneidad tracción.*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la tracción	Se basa en la media	1.211	3	8	0.366
	Se basa en la mediana	0.746	3	8	0.554
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.746	3	5.615	0.565
	Se basa en la media recortada	1.182	3	8	0.376

Ahora se muestran los resultados del Anova: En cada incremento, se observa que el valor p (Significancia) es superior a 0.05, lo que indica la

posibilidad de utilizar la prueba estadística paramétrica ANOVA. La homogeneidad de varianzas es un concepto estadístico que se refiere a la suposición de que las varianzas de diferentes grupos o poblaciones son equivalentes. Este criterio es fundamental en el análisis de varianza (ANOVA). Al realizar esta prueba bajo la premisa de homogeneidad de varianzas, se evalúa si las varianzas entre los distintos grupos son aproximadamente iguales. Si esta suposición no se cumple, podría afectar la validez de las pruebas estadísticas y conducir a conclusiones incorrectas.

A continuación se presentan los resultados del ANOVA:

Tabla 22. *Varianzas tracción.*

Resistencia a la tracción

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	179.759	3	59.920	388.521	0.000
Dentro de grupos	1.234	8	0.154		
Total	180.993	11			

El valor p obtenido mediante la prueba ANOVA fue de 0.000, lo que es inferior a 0.05. Esto nos permite rechazar la hipótesis nula (H0) y, en consecuencia, aceptar la hipótesis alternativa (H1): La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.

Además, se llevó a cabo una prueba post hoc mediante el test de Tukey, dado que se cumplió con la homogeneidad de varianzas, con el fin de determinar la significancia entre las diversas comparaciones de medias.

Tabla 23. Prueba de Tukey tracción.

VD: Resistencia a la tracción

HSD Tukey

(I) Fibra de maguey tipo agave americana	(J) Fibra de maguey tipo agave americana	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	0.25%	-9,01667*	0.32065	0.000	-10.0435	-7.9898
	0.50%	-9,79333*	0.32065	0.000	-10.8202	-8.7665
	0.75%	-7,20000*	0.32065	0.000	-8.2268	-6.1732

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se aprecia que todas las adiciones de agave americana han generado diferencias significativas de acuerdo a la significancia obtenida que es menor a 0.05 en cada caso.

Hipótesis general:

Para la contrastación de la hipótesis general, se ha planteado el problema general: ¿De qué manera incide la adición de fibras de maguey en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentaciones? para lo cual se tuvo lo siguiente:

Hipótesis nula H0: La adición de fibras de maguey no incide positivamente en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentaciones.

Hipótesis alternativa H1: La adición de fibras de maguey incide positivamente en las propiedades mecánicas del concreto en pavimentaciones.

Para llevar a cabo la verificación de la hipótesis general, se han tomado en cuenta los resultados estadísticos obtenidos de las hipótesis específicas, los cuales están presentados en el siguiente cuadro:

Tabla 24. *Contrastación hipótesis general.*

Hipótesis Específicas		Suma de cuadrados	gl	F	Sig.
H.E. 1	Resistencia a la compresión	916.27	11.00	100.64	0.00
H.E. 2	Resistencia a la flexión	380.62	11.00	5.27	0.03
H.E. 3	Resistencia a la tracción	180.99	11.00	388.52	0.00

La regla de decisión estadística establecía que si el valor $p \leq 0.05$, se descarta la hipótesis nula y se considera válida la hipótesis alternativa. En este sentido, dado que todos los resultados de valor p (Significancia) obtenidos a través de la prueba ANOVA para cada una de las hipótesis específicas fueron 0.00, es decir, inferiores a 0.05, se descarta la hipótesis nula general y se acepta la hipótesis alternativa general: La fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Hipótesis general: La fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.

El efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentaciones fue comprobada de la siguiente manera:

En su resistencia a la compresión, en la cual se halló que a los 28 días experimenta un incremento únicamente al incorporar un 0.25% de fibra de agave americano en comparación con el concreto convencional, mientras que para adiciones del 0.50% y 0.75% no logran superar el valor convencional, mostrando reducciones del 3% y 8%, respectivamente.

En la resistencia a la flexión, en la cual se halló que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento, con un 35% en esta resistencia, seguida por la adición al 0.25%, con un 29% de incremento frente al valor convencional.

En la resistencia a la tracción, en la cual se halló que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento de esta propiedad, con un 61% mayor, seguida por la adición al 0.25%, con un 56% de incremento frente al valor convencional.

En ese sentido, en base a estos resultados, es la adición al 0.25% de fibra de maguey tipo agave americana respecto al peso del cemento, es la adición óptima, ya que

incrementa la resistencia a la compresión en un 3%, la resistencia a la flexión se incrementa en un 29% y la resistencia a la tracción se incrementa en un 56%. Siendo estos resultados adecuados para el concreto de losas de pavimentos rígidos, ya que, la resistencia que más se busca en estas estructuras es su resistencia a la flexión y tracción, al ser un elemento de concreto simple sin refuerzos de acero que soporten estos esfuerzos.

Estadísticamente, la regla de decisión estadística establecía que si el valor $p \leq 0.05$, se descarta la hipótesis nula y se considera válida la hipótesis alternativa. En este sentido, dado que todos los resultados de valor p (Significancia) obtenidos a través de la prueba ANOVA para cada una de las hipótesis específicas fueron 0.00, es decir, inferiores a 0.05, se descarta la hipótesis nula general y se acepta la hipótesis alternativa general: La fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.

Hipótesis específica 01: La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

Considerando los resultados del concreto en lo que se refiere a la resistencia a la compresión, se ha encontrado que a los siete días, el concreto normal obtuvo un valor de 146.18 kg/cm^2 , la adición al 0.25% obtiene 156.41 kg/cm^2 siendo mayor en 7%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 151.27 kg/cm^2 siendo 3% mayor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 139.83 kg/cm^2 siendo menor al convencional en 4%. A los catorce días, el concreto normal obtuvo un valor de 180.10 kg/cm^2 , la adición al 0.25% obtiene 185.20 kg/cm^2 siendo mayor en 3%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 175.02 kg/cm^2 siendo 3% menor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 164.72 kg/cm^2 siendo menor al convencional en 9%. A los veintiún días, el concreto normal obtuvo un valor de 201.38 kg/cm^2 , la adición al 0.25% obtiene 213.53 kg/cm^2

siendo mayor en 6%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 203.50 kg/cm² siendo 1% mayor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 185.02 kg/cm² siendo menor al convencional en 8%. Finalmente, a los veintiocho días, el concreto normal obtuvo un valor de 215.38 kg/cm², la adición al 0.25% obtiene 221.22 kg/cm² siendo mayor en 3%, la adición al 0.50% obtuvo un valor de 208.81 kg/cm² siendo 3% menor al convencional y la adición al 0.75% obtuvo un valor de 198.00 kg/cm² siendo menor al convencional en 8%. Estos resultados señalan que la resistencia a la compresión a los 28 días experimenta un incremento únicamente al incorporar un 0.25% de fibra de agave americano en comparación con el concreto convencional, mientras que para adiciones del 0.50% y 0.75% no logran superar el valor convencional, mostrando reducciones del 3% y 8%, respectivamente.

Los resultados encontrados son similares a los de Boza (2021) quien indicó que la fibra de maguey mejora significativamente la resistencia a la compresión y que el porcentaje óptimo de fibra de maguey en el diseño de concreto hidráulico es del 4%, con fibras de 5 cm de largo. Asimismo, se coincide con Hermosa (2018), cuyas conclusiones alcanzadas en su investigación fueron que la fibra de cabuya mejora significativamente el comportamiento mecánico del concreto, sin afectar negativamente su trabajabilidad. Asimismo, se coincide con Hermosa (2018), quien encontró que la adición de fibra de cabuya un aumento del 3% en la resistencia a la compresión a los 14 días y un 6% a los 28 días. Por último, no se coincide con Masaco (2018), quien indicó que la inclusión de fibra de cabuya disminuyó la resistencia a la compresión, siendo más efectiva en porcentajes menores (0.5%), ya que en la presente investigación, si se encontró un incremento en los resultados de compresión.

Los resultados de la contrastación de hipótesis han señalado que en cada a, se observa que el valor p (Significancia) es superior a 0.05, lo que indica la posibilidad de utilizar la prueba estadística paramétrica ANOVA, realizado el proceso se halló que el P-valor obtenido por la prueba Anova fue de 0.000 que es menor que 0.05, lo cual nos permite rechazar la hipótesis nula planteada H0, así como aceptar la hipótesis alternativa H1: La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la compresión. De acuerdo a la Prueba de Tukey se ha hallado que Se aprecia que todas las adiciones de agave americana han generado diferencias significativas de acuerdo a la significancia obtenida que es menor a 0.05 en cada caso.

Hipótesis específica 02: La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la flexión.

Los resultados del concreto referente a la resistencia a la flexión han señalado que el concreto convencional obtuvo una resistencia a la flexión (módulo de rotura) de 34.43 kg/cm², cumpliendo el valor mínimo indicado en la Norma CE.010 para pavimentos rígidos en zonas urbanas (34.00 kg/cm²) mientras que la adición al 0.25% obtuvo un valor de 44.30 kg/cm², la adición al 0.50% obtuvo un valor de 46.59 kg/cm² y la adición al 0.755% obtuvo un valor de 40.83 kg/cm², así como también que, que las incorporaciones de fibra de agave americana al 0.25%, 0.50% y 0.75% arrojaron valores superiores al estándar convencional, excediendo este último en un 29%, 35% y 19%, respectivamente. Por consiguiente, podemos afirmar que la inclusión de fibra de agave americana resulta en un incremento en la resistencia a la flexión, con valores de módulo de rotura que superan el estándar convencional. Específicamente, se destaca que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento, con un 35%, seguida por la adición al 0.25%, con un 29%.

Hay coincidencia con los resultados encontrados por Boza (2021) quien indicó que la fibra de maguey mejora significativamente la resistencia a la flexión del concreto y que el porcentaje óptimo de fibra de maguey en el diseño de concreto hidráulico es del 4%, con fibras de 5 cm de largo. Asimismo, se coincide con Hermosa (2018), quien encontró que la adición de fibra de cabuya un aumento el 6% en la resistencia a la flexión a los 14 días y un 14% a los 28 días. Por último, Martínez (2020), señaló que con dosificaciones óptimas de 0.3%, 0.5% y 0.8%, la fibra de cabuya mejora la resistencia a la flexión en ciertos porcentajes, pero reduce la resistencia si se añade en exceso, lo cual coincide con los resultados hallados en esta investigación.

Los resultados de la contrastación de hipótesis han señalado que en cada a, se observa que el valor p (Significancia) es superior a 0.05, lo que indica la posibilidad de utilizar la prueba estadística paramétrica ANOVA, realizado el proceso se halló que el valor p obtenido mediante la prueba ANOVA fue de 0.027, lo que es inferior a 0.05. Esto nos permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y, en consecuencia, aceptar la hipótesis alternativa (H_1): La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la flexión. Realizada la Prueba de Tukey se ha encontrado que todas las adiciones de agave americana han generado diferencias significativas de acuerdo a la significancia obtenida que es menor a 0.05 en cada caso.

Hipótesis específica 03: La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.

Los resultados del concreto en cuanto a la resistencia a la tracción manifestaron que el concreto convencional obtuvo una resistencia a la tracción de 16.16 kg/cm², mientras que la adición al 0.25% obtuvo un valor de 25.18 kg/cm², la adición al 0.50% obtuvo un valor de 25.96 kg/cm² y la adición al 0.755% obtuvo un valor de 23.36 kg/cm²,

así como también que, que las incorporaciones de fibra de agave americana al 0.25%, 0.50% y 0.75% arrojaron valores superiores al estándar convencional, excediendo este último en un 56%, 61% y 45%, respectivamente. Por consiguiente, podemos afirmar que la inclusión de fibra de agave americana resulta en un incremento en la resistencia a la tracción, con valores que superan el estándar convencional. Específicamente, se destaca que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento, con un 61%, seguida por la adición al 0.25%, con un 56%.

Los resultados de la presente investigación coinciden con los de Hermosa (2018), quien encontró que la adición de fibra de cabuya aumenta la resistencia a la tracción del concreto con un aumento un aumento del 19% en la resistencia a la tracción a los 28 días. Por último, Martínez (2020), señaló que con dosificaciones óptimas de 0.3%, 0.5% y 0.8%, la fibra de cabuya mejora la resistencia a la tracción en ciertos porcentajes, pero reduce la resistencia si se añade en exceso, lo cual coincide con los resultados hallados en esta investigación.

Los resultados de la contrastación de hipótesis han señalado que en cada a, se observa que el valor p (Significancia) es superior a 0.05, lo que indica la posibilidad de utilizar la prueba estadística paramétrica ANOVA, realizado el proceso se halló que el valor p obtenido mediante la prueba ANOVA fue de 0.000, lo que es inferior a 0.05. Esto nos permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y, en consecuencia, aceptar la hipótesis alternativa (H_1): La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la tracción. Al realizarse la Prueba de Tukey se ha hallado que todas las adiciones de agave americana han generado diferencias significativas de acuerdo a la significancia obtenida que es menor a 0.05 en cada caso.

CONCLUSIONES

1. La fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos, de acuerdo al ANOVA, con una significancia menor a 0.05, la adición al 0.25% de fibra de maguey tipo agave americana respecto al peso del cemento, es la adición óptima, ya que incrementa los valores de la resistencia a la compresión, flexión y tracción frente al valor convencional.
2. La resistencia a la compresión a los 28 días experimenta un incremento al incorporar un 0.25% de fibra de agave americano en comparación con el concreto convencional, mientras que para adiciones del 0.50% y 0.75% no se logra superar el valor convencional, mostrando reducciones del 3% y 8%, respectivamente.
3. La adición de fibra de agave americana incrementa la resistencia a la flexión, con valores de módulo de rotura que superan el estándar convencional. Específicamente, se destaca que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento, con un 35%, seguida por la adición al 0.25%, con un 29%.
4. Al añadir fibra de agave americana se incrementa la resistencia a la tracción, con valores que superan el estándar convencional. Se menciona que la adición al 0.50% exhibe el mayor aumento, con un 61%, seguida por la adición al 0.25%, con un 56% mayor.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la adición al 0.25% de fibra de maguey tipo agave americana respecto al peso del cemento, es la adición óptima, ya que incrementa los valores de la resistencia a la compresión, flexión y tracción frente al valor convencional.
2. También, para futuras investigaciones, se debe profundizar en otras propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad, así como, profundizarse en lo correspondiente al análisis económico realizar tramos de prueba.
3. Difundir los resultados de la investigación, a fin de que la comunidad ingenieril local pueda utilizarlos y optimizar los procesos de concreto para pavimentaciones rígidas.
4. Para otras investigaciones, pueden utilizarse otras fibras naturales como la fibra de ichu, la fibra de pancas de maíz, etc., para verificar su aporte al concreto para diversas obras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, G. y SERNADES, K. Adición de Ceniza de Bagazo de Caña y Panca de Maíz para mejorar las Propiedades Mecánicas del Concreto $f'c=210$ kg/cm². Tesis (Título de Ingeniero Civil). Abancay: Universidad Cesar Vallejo, 2022. 104 pp. [fecha de consulta: 06 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86735>

Aguilar, S., Ramírez, J., & Malagón, O. (2007). Extracción de fibras no leñosas: Cabuya (*Furcraea andina* Trel.) y banano (*Musa Paradisiaca* L.) para estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 8(2), 89–98.

América Economía [Internet]. Lima: Agencia Peruana de Noticias; 16 de diciembre de 2013 [23 de junio de 2014]. Junín aumentará producción de quinua al cerrar el 2013 con más de 5.500 Toneladas [1 pantalla]. Disponible en: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-Junin-aumentara-produccion-de-quinua-al-cerrar-el-2013-con-mas-de-5500-tone>

ANDRADE, D. OCHOA, A. VIRACOCCHA, L. (2019). Reforzamiento de elementos de hormigón armado mediante tejidos de fibra de cabuya – efecto en esfuerzo cortante. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Central de Ecuador. 2020. 109 pp. [fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18620>

ANTEZANA, Y. y MENDOZA, J. Análisis de las Propiedades Físico – Mecánicas del Concreto $F'c=210$ kg/cm² Adicionando Ceniza de Coronta de Maíz para pavimentos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 131 pp. [fecha de consulta: 06 de abril de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81358>

AYUQUE, E. (2019). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica*. Obtenido de Universidad Nacional de Huancavelica: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3178>

BAUTISTA CRUZ, Nelson. Estudio químico - bromatológico y elaboración de néctar de aguamiel de Agave americana L. (maguey) procedente de Ayacucho. Lima - Perú : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2006.

BOZA, A. (2021). Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2021. 135 pp. [fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83358>

Chinchayhuara, C. (2020). *Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm², La Libertad – 2020*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].

Contreras, M. F., Hormaza, W. A., & Marañón, A. (2009). Fractografía de la fibra natural extraída del fique y de un material compuesto reforzado con tejido de fibra de fique y matriz resina poliéster. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, *SI(1)*, 57–67. www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html

CRUZ, O. (2019). *Resistencia a la compresión de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 15% y 25% de arcilla y cal*. Obtenido de Universidad San Pedro: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14324>

DURAND, A. (2017). *Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad fraguado, compresión, densidad, porosidad, y absorción del concreto para elementos estructurales*

Trujillo. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.05.004>

EGOAVIL, E. y JIMÉNEZ, J. Óxido de Calcio para Mejorar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Estructural. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Abancay: Universidad Ricardo Palma, 2021. 98 pp. [fecha de consulta: 06 de abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/4697>

Fajardo Rodríguez Carlos Julio. (2018, marzo). POTENCIALIDADES DE INDUSTRIALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS AGAVÁCEAS EN EL ECUADOR (PENCOS Y CABUYAS). Dirección de Formación Científica, Investigación Y transferencia de Tecnologías. Recuperado de <http://www.yachay.gob.ec/wp-content/uploads/2018/04/Proyecto-linea-Base-Penco-Cabuyas.pdf>

Flores, G. (2011). RESPYN _ Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey. México.

Fuentes, M., & Olivera, W. (2001). Fibras vegetales en el hormigón y su protección. In *Monografía* (Editorial).

GALICIA, M. y VELÁSQUEZ, M. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cuzco: Universidad Andina del Cuzco, 2016. 162 pp [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021]. Disponible en: http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/348/3/M%C3%B3nica_Marco_Tesis_bachiller_2016.pdf

García – Mendoza, A. (2007). Los agaves de México. *Revista del Jardín Botánico*. Universidad Nacional Autónoma de México. 87: 14-23

HERMOSA, J. (2018). Análisis del comportamiento mecánico de concreto reforzado con

fibras de cabuya en la región Ancash. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2018. 97 pp. [fecha de consulta: 29 de abril de 2022].

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41168/Hermosa_SJCR.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. 4.^a ed. México: Mc Graw Hill Interamericana, 2006. 849 pp. ISBN: 978-970-10-5753-

MARTÍNEZ, M. (2020). Diseño de panel de micro hormigón reforzado con fibras de cabuya Tesis (Título de Arquitecto). Ecuador: Universidad Internacional de Ecuador. 2020. 109 pp. [fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4485/1/T-UIDE-0125.pdf>

MASACO, J. (2018). Mortero de cemento y refuerzo de fibra vegetal de cabuya. Tesis (Título de Arquitecto). Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja. 2018. 110 pp.

[fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en:

<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/22616/1/Masaco%20Pinta%20Jorge%20Ivan.pdf>

Muñoz, S., Sandoval, F., Martínez, E., & Pazos, J. (2021). Review of the compressive strength of concrete incorporating varieties of fiber additions. *Revista Cubana de Ingeniería*, XII(1), 89–102.

ORRALA, F. y GÓMEZ, F. Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena. Tesis (Título de Ingeniero Civil). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015. 131 pp. [fecha de consulta: 29 de abril de 2021].

Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2272>

OSEDA, D. *et al.* *Fundamentos de la investigación científica*. Huancayo: Soluciones Gráficas SAC, 2018. 288 pp. ISBN: 978-612-47601-3-6.

PAJUELO, L. (2018). *Resistencia del concreto con cemento sustituido por la combinación de cal (en 0%, 10 % y 12%) y arcilla (en 0%, 7% y 9%)*. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/10409>

PALIWAL, R. L. 2001 f. Los ambientes de cultivo del maíz. En: Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Violic, A. D. y Marathée, J. P. (Eds.). *El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción*. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp. 57-60.

Pardo, O. (2005). El agave americano (*Agave americana* L). Uso alimenticio en el Perú. *Revista chilena de flora y vegetación*. 8(2).

PÉREZ, J. y VÁSQUEZ, S. Valoración ambiental de la producción de materiales de construcción (ladrillo artesanal) en la zona Centro de Chiapas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiapas: Universidad Autónoma de Chiapas, 2007. 124 pp. [fecha de consulta: 28 de abril de 2021]. Disponible en: [http://www.cecodes.net/files/VALORACION%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20PRODUCCION%20DE%20MATERIALES%20DE%20CONSTRUCCION%20\(LADRILLO%20ARTESANAL\)%20EN%20LA%20ZONA%20CENTRO%20DE%20CHIAPAS.pdf](http://www.cecodes.net/files/VALORACION%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20PRODUCCION%20DE%20MATERIALES%20DE%20CONSTRUCCION%20(LADRILLO%20ARTESANAL)%20EN%20LA%20ZONA%20CENTRO%20DE%20CHIAPAS.pdf)

Pinzón, S. (2013). *Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique*. XVI(61), 27–37.

Quiroz, E. (2019). *Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con*

sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21545?locale-attribute=>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. (2016). Norma E. 060: Concreto Armado. Lima: Megabyte.

Valencia, J., González, A., & Arbeláez, O. (2020). Properties of modified concrete with crumb rubber: Effect of the incorporation of hollow glass microspheres. *Revista Facultad de Ingeniería*, 98, 59–68. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200473>

VELÁSQUEZ, D. (2019). *Resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo al cemento en 8% y 12% por combinación de cal y ceniza de la planta de maíz.* Obtenido de Universidad San Pedro:

<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14296>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título de la investigación:

Incidencia de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:
¿De qué manera incide la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos?	Determinar la incidencia de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.	La fibra de maguey tipo agave americana ejerce una incidencia significativa en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.	INDEPENDIENTE:	Porcentaje de adición de la fibra de maguey tipo agave americana	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN: * GENERAL: Científico.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	Fibra de maguey tipo agave americana		TIPO DE INVESTIGACIÓN: * Aplicada.
¿Cuál es el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la compresión?	Analizar el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la compresión.	La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la compresión.	DEPENDIENTE:	NIVEL DE INVESTIGACIÓN: * Explicativo.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: * Cuasi-experimental.
¿Qué efecto provoca la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la flexión?	Establecer el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la flexión.	La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la flexión.	Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión	POBLACIÓN Y MUESTRA: * POBLACIÓN 04 dosificaciones de concreto más la adición de la fibra de maguey (al 0%, al 0.25%, al 0.5% y al 0.75%). * MUESTRA NO PROBABILÍSTICA La muestra es dirigida o intencional, el número total de ensayos, es el mismo número de la población (censal). Se tendrán 72 unidades de muestra.
¿Qué efecto produce la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la tracción?	Evaluar el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en la resistencia a la tracción.	La adición de fibra de maguey tipo agave americana ejerce un efecto significativo en la resistencia a la tracción.		Resistencia a la flexión	TÉCNICAS: * Observación Directa * Revisión Documental
				Resistencia a la tracción	INSTRUMENTOS: * Ficha de recolección de datos (formatos de ensayos).

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	ESCALA DE MEDICIÓN
Fibra de maguey tipo agave americana	Aguilar et al (2007) indica que crece de manera espontánea o bajo cuidado en los valles y declives de los Andes, siendo parte de la familia de las Agaváceas. Aunque exhibe un tronco de dimensiones modestas que no excede los 20 cm de altura, su magnitud reside en sus hojas, las cuales tienen unas medidas que oscilan entre 120 y 170 cm de longitud y un ancho de 15 a 20 cm.	Se adicionó la fibra de maguey tipo agave americana en porcentajes de 0%, al 0.25%, al 0.5% y al 0.75% respecto al peso del cemento, a fin de ser comparado con la muestra patrón sin ninguna adición.	Porcentaje de adición de la fibra de maguey tipo agave americana	0.00%	%	De intervalo
				0.25%	%	De intervalo
				0.50%	%	De intervalo
				0.75%	%	De intervalo
Propiedades mecánicas del concreto	Torres (2014) indica que se refieren a cómo se comporta un material frente a las fuerzas que actúan sobre él, y por ello son de suma importancia al seleccionar el material adecuado para la construcción de un objeto específico.	Se evaluó en laboratorio el efecto de la fibra de maguey tipo agave americana en las propiedades mecánicas del concreto a ser utilizado edificaciones.	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	De razón
				Resistencia a la flexión	kg/cm ²	De razón
				Resistencia a la tracción	kg/cm ²	De razón

Anexo 03: Matriz de operacionalización del instrumento

OPERACIONALIZACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	INSTRUMENTO	ÍTEMS
Fibra de maguey tipo agave americana	Porcentaje de adición de la fibra de maguey tipo agave americana	0.00%	%	Proporción de adición	Porcentaje en peso (%)
		0.25%	%	Proporción de adición	Porcentaje en peso (%)
		0.50%	%	Proporción de adición	Porcentaje en peso (%)
		0.75%	%	Proporción de adición	Porcentaje en peso (%)
Propiedades mecánicas del concreto	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Formato de ensayo de resistencia a la compresión	Carga máxima
		Resistencia a la flexión	kg/cm ²	Formato de ensayo de resistencia a la flexión	Carga máxima
		Resistencia a la tracción	kg/cm ²	Formato de ensayo de resistencia a la tracción	Carga máxima

Anexo 04: Instrumento de investigación

ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING, CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

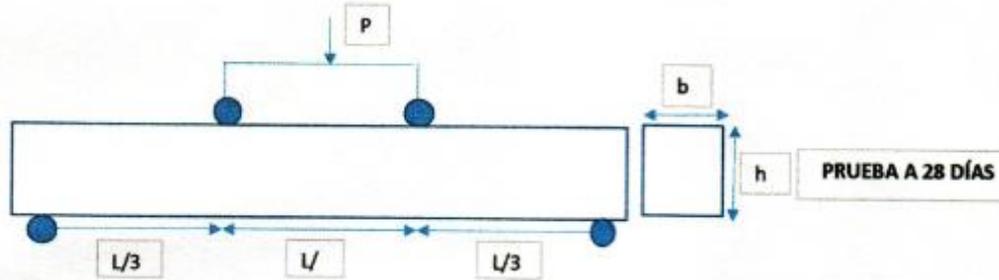
ESPECIMENES / CANTIDAD : 12 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO DISEÑO FC-210Kg/cm²
 Provincia : HUANCAYO TECNICO J SANTA CRUZ V
 Departamento: JUNIN FECHA 22/01/2023

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

N° de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm ² .	Resistencia en %

MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del teco medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L;luz libre entre apoyos.
b;ancho promedio de la viga.
h;altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:			
P:			
L:			
b:			
h:			

MR=

PROMEDIO	kg/cm2
----------	---------------

si falla ocurre fuera del teco medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn
P:	0 Kg
a:	0 cm
b:	0 cm
h:	0 cm

a;distancia entre linea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la linea central de la superficie inferior de la viga.

MR= kg/cm2

RESULTADOS DE ENSAYOS

DENOMINACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD [días]	LONGITUD [cm]	DIÁMETRO [cm]	CARGA [Kg]	TRACIÓN [Kg/cm ²]
PATRÓN							
PATRÓN							
PATRÓN							
AL 0,25% F. DE MAGUEY							
AL 0,25% F. DE MAGUEY							
AL 0,25% F. DE MAGUEY							
AL 0,50% F. DE MAGUEY							
AL 0,50% F. DE MAGUEY							
AL 0,50% F. DE MAGUEY							
AL 0,75% F. DE MAGUEY							
AL 0,75% F. DE MAGUEY							
AL 0,75% F. DE MAGUEY							

REFERENCIA : *ASTM C496 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*

Anexo 05: Resultados de la aplicación del instrumento

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

AGREGADO FINO

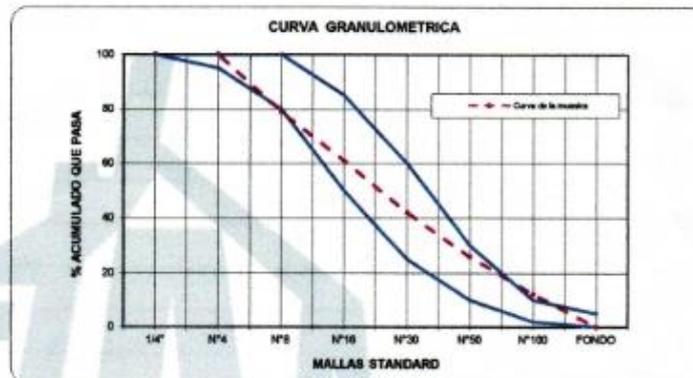
SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
SECTOR
CANTERA / UBICACIÓN ARENA GRUESA -RIO SECO APATA
UBICACIÓN DE OBRA Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
Region JUNIN FECHA : 18/12/2022

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
N°4	233,00	21,11	21,11	100,00	95	100
N°8	198,00	17,93	39,04	78,89	80	100
N°16	210,00	19,02	58,06	60,96	50	85
N°30	178,00	16,12	74,18	41,94	25	60
N°50	150,00	13,59	87,77	25,82	10	30
N°100	135,00	12,23	100,00	12,23	2	10
FONDO	1104,00			0,00	0	5
TOTAL	1104,00					

MODULO DE FINURA

M.F. =

2,80



CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORISTA

SANTA CRUZ VELIZ PAOLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263426

SANTA CRUZ



**CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA**
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880978 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

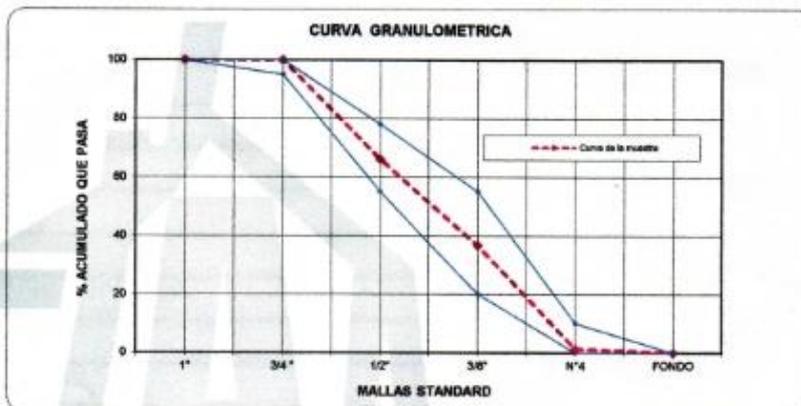
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
AGREGADO GRUESO**

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
SECTOR
CANTERA / UBICACIÓN PIEDRA CHANCADA - RIO SECO APATA
UBICACIÓN DE OBRA Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO **TECNICO :** J.S.C.V
Region : JUNIN **FECHA :** 18/12/2022

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1"				100,00	100	100
3/4 "	0,0	0,00	0,00	100,00	95	100
1/2"	712,0	33,96	33,96	66,04	55	78
3/8"	615,0	29,33	63,29	36,71	20	55
N°4	743,0	35,44	98,73	1,27	0	10
FONDO	26,6	1,27	100,00	0,00	0	0
TOTAL	2096,6					

MODULO DE FINURA M.F. = 6,62
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL T.M.N. = 3/4 "
TAMAÑO MAXIMO T.M. = 1"

T.M.N. :La malla que produce el primer retenido. 1/2"
T.M. :La menor malla por la que pasa el 100%. 3/4"



CIAA SANTA CRUZ SRL
(LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS)
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORISTA

SANTA CRUZ VEJERACOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263428

SANTA CRUZ



CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA
Especialistas en suelos y pavimentos

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS

PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

CANTERA N° / UBICACIÓN : PIEDRA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA

UBICACIÓN DE OBRA
Distrito HUANCAYO
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V
FECHA : 18/12/2022

MUESTRA 1				
AGREGADO GRUESO MTC - 20#				
N°	IDENTIFICACION	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Material satu. Sup. Seca (en aire)	980	950	
B	Peso de Material satu. Sup. Seca (en agua)	610	590	
C	Vol. Masa /Vol. Vacios = A - B	370	360	
D	Peso de Mat seca en estufa (105° c)	973	943	
E	Vol. masa = C-(A-D)	363	353	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = D/C	2,630	2,619	
	P. Esp. Bulk (Base saturado) = A/C	2,649	2,639	
	P. Esp. Aparente (Base seca) = D/E	2,680	2,671	
	% de Absorcion = ((A-D)/D)x 100	0,719	0,742	0,731
	Peso Especifico Adoptado			2,544

AGREGADO FINO MTC - 20#				
N°	IDENTIFICACION	M1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Mat. Satu. Sup. Seca (en aire)	250	250	
B	Peso del frasco + H2O	206,2	205,6	
C	Peso del frasco + H2O + Arena = A+B	456,2	455,6	
D	Peso del mat. + H2O en el frasco	358	359	
E	Vol. de masa + Vol. de vacios = C-D	98,2	96,6	
F	Peso del material seco en estufa (105° c)	246,8	246,5	
G	Volumen de masa = E-(A-F)	95	93,1	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = F/E	2,513	2,552	
	P. Esp. Bulk (Base saturada) = A/E	2,546	2,588	
	P. Esp. Aparente (Base seca) = F/G	2,598	2,648	
	% de Absorcion = ((A-F)/F) x100	1,297	1,420	1,358
	Peso Especifico Adoptado			2,567

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORIO



SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LORA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263425

SANTA CRUZ



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciasantacruz@gmail.com

PESO UNITARIO EN AGREGADOS /m³

MTC E 203 -2000

PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS

CANtera N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA

MUESTRA
UBICACIÓN DE OBRA

M-1
Distrito HUANCAYO
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V
FECHA : 18/12/2022

DESCRIPCION	AGREGADO FINO - ARENA ZARANDEADA			
	SUELTO		COMPACTADO	
Volumen del Molde	5.560,00	5.560,00	5.560,00	5.560,00
Peso del Molde	522,00	522,00	522,00	522,00
Peso del Molde + Muestra	9.269,00	9.272,00	10.476,00	10.470,00
Peso de la Muestra	8.747,00	8.750,00	9.954,00	9.948,00
Peso Unitario/m ³	1,573	1,574	1,790	1,789
PROMEDIO	1573,47		1789,75	

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA			
	SUELTO		COMPACTADO	
Volumen del Molde	5.560,00	5.560,00	5.560,00	5.560,00
Peso del Molde	522,00	522,00	522,00	522,00
Peso del Molde + Muestra	8.267,00	8.270,00	9.142,00	9.152,00
Peso de la Muestra	7.745,00	7.748,00	8.620,00	8.630,00
Peso Unitario/m ³	1,393	1,394	1,550	1,552
PROMEDIO	1393,26		1551,26	

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
CC LABORATORIO



SANTA CRUZ



Specialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciasantaacruz@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ORDINAL CON CEMENTO PORTLAND

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE Maguey TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
SECTOR
CANTERA / UBICACIÓN PIEDRA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA
UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ **TECNICO :** J. S. C. V
FECHA : 19/12/2022

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO TIPO I		3,150	MARCA :		ANDINO			
CARACTERISTICA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS								
	A.F.	A.G.						
PESO ESPECIFICO EN MASA	2,567	2,644						
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	1790	1551						
PORCENTAJE DE ABSORCION	1,36	0,731						
CONTENIDO DE HUMEDAD	2,53	1,15						
MODULO DE FINEZA	2,80	6,62						
TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS (pulgadas)		1"						
ASENTAMIENTO O REVESTIMIENTO (mm.)		3"- 4"						
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Kg/m ³)		205,000						
PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO		2,000						
RELACION AGUAJEMENTO		0,560						
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ . DE CONCRETO		0,600						
PESO DE CEMENTO		366,071						
PESO DE AGREGADO GRUESO		930,756						
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO		0,118						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA		0,205						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE		0,020						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO		0,352						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO		0,307						
PESO SECO DEL AGREGADO FINO		787,456						
PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO		807,378						
PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO		941,460						
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO		1,172						
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO		0,419						
APORTE DE AGUA DEL FINO		9,229						
APORTE DE AGUA DEL GRUESO		3,900						
APORTE DE AGUA DEL AGREGADO		13,129						
AGUA EFECTIVA		191,871						
DISEÑO EN SECO (Kg/m ³)	CEMENTO	366,07	A.F.	787,46	A.G.	930,756	AGUA	205,000
DISEÑO EN OBRA (Kg/m ³)	CEMENTO	366,07	A.F.	807,38	A.G.	941,460	AGUA	191,87
CANT. MAT. MO.	BOLSAS	8,61	M ³ . A.F.	0,451	M ³ . A.G.	0,607	GAL. AGUA	50,69
PROPORCION : TANDA EN PES	CEMENTO	1	A.F.	1,833	A.G.	2,466	p3. AGUA	0,52

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASF. 15790

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORISTA



PATA CRUZ VELLE PAOLO LUIS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 253426



**CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA**
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción – Junín
ciasantacruz@gmail.com

PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS

CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA

MUESTRA VARIOS

UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN

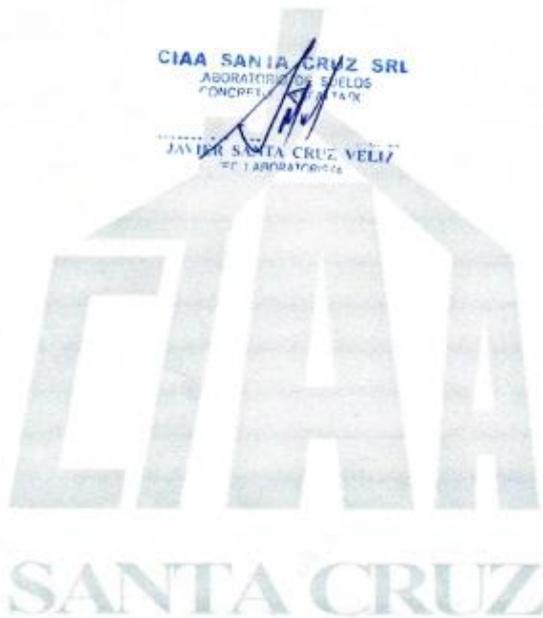
TECNICO : J.S.C.V
FECHA : 18/12/2022

ASENTAMIENTO / SLUMP

CUADRO DE RESUMEN	SLUMP					TEMPERATURA				
	"					°C				
N° DE MUESTRAS	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
RESISTENCIA 210 KG/CM2 CONVENCIONAL	3,6	3,6	3,5	3,4	3,5	22,5	22,1	22,2	22,2	22,40
RESISTENCIA 210 KG/CM2 FIBRA AL 0,25%	3,5	3,8	3,8	3,6	3,6	21,5	22,2	22,1	22,1	22,10
RESISTENCIA 210 KG/CM2 FIBRA AL 0,50%	3,5	3,3	3,2	3,5	3,2	22,9	23,0	23,0	23,0	23,30
RESISTENCIA 210 KG/CM2 FIBRA AL 0,75%	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0	22,2	22,3	22,8	22,5	22,40

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
JAVIER SANTA CRUZ VELLIZ
FF. LABORATORIO

Postel
SANTA CRUZ VELLIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 26242E



ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 12 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO
Departamento: JUNIN

DISEÑO FC-210Kg/cm2
TECNICO J SANTA CRUZ V
FECHA 17/01/2023

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

N° de Testigo	Estructura	Fecha Moideo	de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	29/12/2022	7	25260,00	143,20	68
2	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	29/12/2022	7	26250,00	148,81	71
3	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	29/12/2022	7	25850,00	146,54	70
1	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	05/01/2023	14	31510,00	178,63	85
2	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	05/01/2023	14	31650,00	179,42	85
3	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	05/01/2023	14	32150,00	182,26	87
1	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	12/01/2023	21	35570,00	201,64	96
2	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	12/01/2023	21	35150,00	199,26	95
3	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	12/01/2023	21	35850,00	203,23	97
1	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	19/01/2023	28	37880,00	214,74	102
2	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	19/01/2023	28	38120,00	216,10	103
3	DISEÑO PATRON 210 KG/CM2	22/12/2022	19/01/2023	28	37980,00	215,31	103

OBSERVACIONES:

Los especímenes de concreto fueron efectuados y trasladado a laboratorio para su rotura a la compresión por el interesado, siendo de entera responsabilidad la identificación y la originalidad de los mismos.

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO AS-17172

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
FC LABORATORIO

 SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263471



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 12 ESPECIMENES
UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO
Departamento: JUNIN
DISEÑO FC-210Kg/cm2
TECNICO J SANTA CRUZ V
FECHA 20/01/2023

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE							
Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	30/12/2022	7	27470,00	155,73	74
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	30/12/2022	7	27850,00	157,88	75
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	30/12/2022	7	27450,00	155,81	74
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	06/01/2023	14	32510,00	184,30	88
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	06/01/2023	14	32650,00	185,09	88
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	06/01/2023	14	32850,00	186,22	89
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	13/01/2023	21	37630,00	213,32	102
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	13/01/2023	21	37520,00	212,70	101
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	13/01/2023	21	37850,00	214,57	102
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	20/01/2023	28	38970,00	220,92	105
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	20/01/2023	28	38850,00	220,24	105
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,25% F.MAGUEY	23/12/2022	20/01/2023	28	39250,00	222,51	106

OBSERVACIONES: Los especimenes de concreto fueron efectuados y trasladado a laboratorio para su rotura a la compresion por el interesado, siendo de entera responsabilidad la identificación y la originalidad de los mismos.







SANTA CRUZ
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 12 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA :
Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO
Departamento: JUNIN

DISEÑO : FC-210Kg/cm2
TECNICO : J. SANTA CRUZ V
FECHA : 21/01/2023

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

N° de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2	Resistencia en %
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	31/12/2022	7	26650,00	151,08	72
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	31/12/2022	7	26950,00	152,78	73
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	31/12/2022	7	26450,00	149,94	71
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	07/01/2023	14	30570,00	173,30	83
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	07/01/2023	14	31200,00	176,87	84
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	07/01/2023	14	30850,00	174,89	83
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	14/01/2023	21	35620,00	201,93	96
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	14/01/2023	21	36120,00	204,76	98
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	14/01/2023	21	35950,00	203,80	97
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	21/01/2023	28	36250,00	205,50	98
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	21/01/2023	28	37150,00	210,60	100
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,50% F.MAGUEY	24/12/2022	21/01/2023	28	37100,00	210,32	100

OBSERVACIONES:

Los especímenes de concreto fueron efectuados y trasladado a laboratorio para su rotura a la compresión por el interesado, siendo de entera responsabilidad la identificación y la originalidad de los mismos.

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
CP LABORATORISTA



SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263426



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880978 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAYE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 12 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO
Departamento: JUNIN
DISEÑO FC-210Kg/cm2
TECNICO J SANTA CRUZ V
FECHA 22/01/2023

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

N° de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	de Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2	Resistencia en %
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	01/01/2023	7	24800,00	140,59	67
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	01/01/2023	7	24950,00	141,44	67
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	01/01/2023	7	24250,00	137,47	65
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	08/01/2023	14	28890,00	163,78	78
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	08/01/2023	14	29500,00	167,23	80
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	08/01/2023	14	26780,00	163,15	78
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	15/01/2023	21	32810,00	186,00	89
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	15/01/2023	21	32150,00	182,26	87
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	15/01/2023	21	32950,00	186,79	89
1	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	22/01/2023	28	34680,00	196,60	94
2	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	22/01/2023	28	35150,00	199,26	95
3	DISEÑO 210 KG/CM -AL 0,75% F.MAGUEY	25/12/2022	22/01/2023	28	34950,00	198,13	94

OBSERVACIONES: Los especimenes de concreto fueron efectuados y trasladado a laboratorio para su rotura a la compresion por el interesado, siendo de entera responsabilidad la identificación y la originalidad de los mismos.

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO
SANTA CRUZ
JAVIER SANTA CRUZ VELAZQUEZ
INGENIERO CIVIL

[Signature]
SANTA CRUZ VELAZQUEZ LUIS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263476



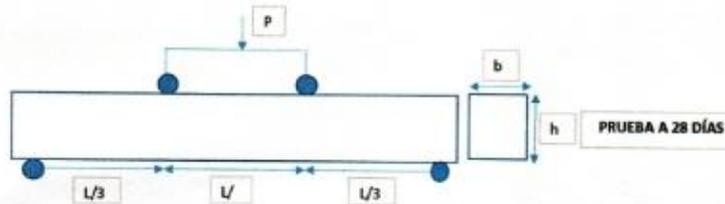
SANTA CRUZ
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción – Junín
ciaasantacruz@gmail.com

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2 CONVENCIONAL
UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO
FECHA DE VACIADO : 22/12/2022
MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del ticio medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L:luz libre entre apoyos.
b;ancho promedio de la viga.
h;altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	2240 Kg	2310 Kg	2285 Kg
L:	51 cm	51 cm	51 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 33,849 kg/cm2 34,907 kg/cm2 34,529 kg/cm2

PROMEDIO 34,43 kg/cm2

si falla ocurre fuera del ticio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn
P:	0 Kg
a:	0 cm
b:	0 cm
h:	0 cm

a;distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

MR= kg/cm2

consideraciones:

la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORIA



SANTA CRUZ

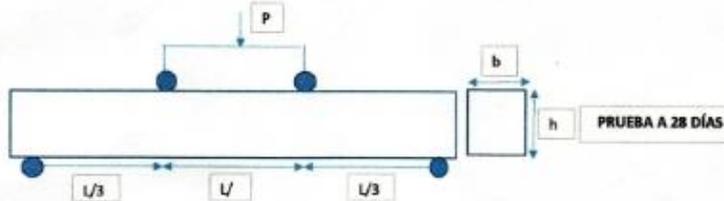


**CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA**
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciasantacruz@gmail.com

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2
UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO 0,20% FIBRA DE MAGUEY
FECHA DE VACIADO 23/12/2022
MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del tercio medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L;luz libre entre apoyos.
b;ancho promedio de la viga.
h;altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	2900 Kg	2950 Kg	2945 Kg
L:	51 cm	51 cm	51 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 43,822 kg/cm2 44,578 kg/cm2 44,502 kg/cm2

PROMEDIO	44,30	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tercio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a;distancia entre linea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la linea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

MR= kg/cm2

consideraciones:
la velocidad de rotura estara entre 0.5Mpa/min a 1.2 Mpa/min

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCEPTO ESALATX

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
Ingeniero Civil



SANTA CRUZ

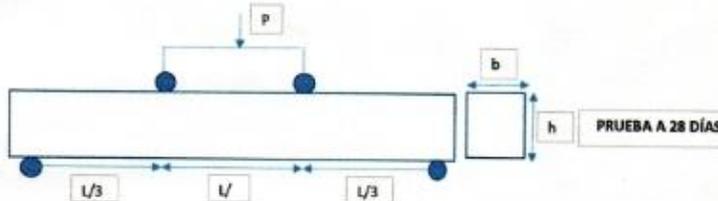


**CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA**
Especialistas en suelos y pavimentos

**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2
UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO 0.50% FIBRA DE MAGUEY
FECHA DE VACIADO 24/12/2022
MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del tecto medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L:luz libre entre apoyos.
b:ancho promedio de la viga.
h:altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3030 Kg	3120 Kg	3100 Kg
L:	51 cm	51 cm	51 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 45,787 kg/cm2 47,147 kg/cm2 46,844 kg/cm2

PROMEDIO	46,59	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tecto medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn
P:	0 Kg
a:	0 cm
b:	0 cm
h:	0 cm

a:distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

MR= kg/cm2

consideraciones:

la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO ASFALTOS



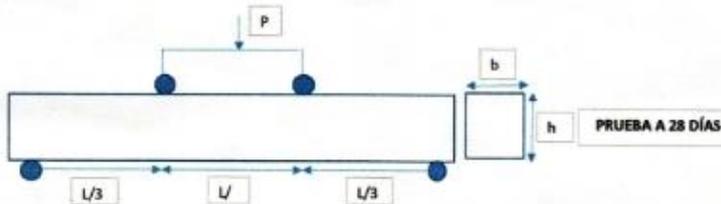
SANTA CRUZ
SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORIO SA



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL**

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción – Junín
ciasantaacruz@gmail.com

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2
UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO 0.50% FIBRA DE MAGUEY
FECHA DE VACIADO 25/12/2022
MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del tercio medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bx^2}$$

L:luz libre entre apoyos.
b;ancho promedio de la viga.
h;altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3010 Kg	3000	2950
L:	51 cm	51 cm	51 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 45,484 kg/cm2 45,333 kg/cm2 31,658 kg/cm2

PROMEDIO	40,83	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tercio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bx^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a; distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

MR= kg/cm2

consideraciones:
la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO ASFALTOX

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORATORIO



SANTA CRUZ



SANTA CRUZ
Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO (ASTM C496, 2011)

TÍTULO : INCIDENCIA DE FIBRAS DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
FECHA : 22/ene/23
REGISTRO : 124/RNR-23
V°B° : J.S.C.V

AUTOR(ES) : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS

UBICACIÓN : HUANCAYO - JUNIN

RESISTENCIA DE DISEÑO [f_c] : 210,0 Kg/cm² TIPO DE CEMENTO : TIPO I

REFERENCIA DE LOS AGREGADOS

CANTERA DE GRAVA :

CANTERA DE ARENA :

FIBRA DE MAGUEY [%] : CONCRETO NORMAL - CONVENCIONAL Y FIBRA DE MAGUEY

RESULTADOS DE ENSAYOS

DENOMINACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD [días]	LONGITUD [cm]	DIÁMETRO [cm]	CARGA [Kg]	TRACCIÓN [Kg/cm ²]
PATRÓN	22/dic/22	19/ene/23	28	30,0	15,00	10980,0	15,53
PATRÓN	22/dic/22	19/ene/23	28	30,0	15,00	11850,0	16,76
PATRÓN	22/dic/22	19/ene/23	28	30,0	15,00	11450,0	16,20
AL 0,25% F. DE MAGUEY	23/dic/22	20/ene/23	28	30,0	15,00	17990,0	25,45
AL 0,25% F. DE MAGUEY	23/dic/22	20/ene/23	28	30,0	15,00	17850,0	25,25
AL 0,25% F. DE MAGUEY	23/dic/22	20/ene/23	28	30,0	15,00	17560,0	24,84
AL 0,50% F. DE MAGUEY	24/dic/22	21/ene/23	28	30,0	15,00	18170,0	25,71
AL 0,50% F. DE MAGUEY	24/dic/22	21/ene/23	28	30,0	15,00	18250,0	25,82
AL 0,50% F. DE MAGUEY	24/dic/22	21/ene/23	28	30,0	15,00	18620,0	26,34
AL 0,75% F. DE MAGUEY	25/dic/22	22/ene/23	28	30,0	15,00	16480,0	23,31
AL 0,75% F. DE MAGUEY	25/dic/22	22/ene/23	28	30,0	15,00	16650,0	23,55
AL 0,75% F. DE MAGUEY	25/dic/22	22/ene/23	28	30,0	15,00	16420,0	23,23

REFERENCIA : ASTM C496 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

NOTA:

EL USO DE LA INFORMACIÓN EN EL PRESENTE DOCUMENTO ES DE RESPONSABILIDAD DEL USUARIO

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
FC LABORATORIO



SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263475

Anexo 06: Diseño de mezclas de concreto



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciasantacruz@gmail.com

PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA
MUESTRA : VARIOS
UBICACIÓN DE OBRA : Distrito HUANCAYO
Provincia HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
Region JUNIN FECHA : 18/12/2022

ASENTAMIENTO / SLUMP

CUADRO DE RESUMEN	SLUMP					TEMPERATURA				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
N° DE MUESTRAS										
RESISTENCIA 210 KG/CM2 CONVENCIONAL	3,6	3,6	3,5	3,4	3,5	22,5	22,1	22,2	22,2	22,40
RESISTENCIA 210 KG/CM2 FIBRA AL 0,25%	3,5	3,8	3,8	3,6	3,6	21,5	22,2	22,1	22,1	22,10
RESISTENCIA 210 KG/CM2 FIBRA AL 0,50%	3,5	3,3	3,2	3,5	3,2	22,9	23,0	23,0	23,0	23,30
RESISTENCIA 210 KG/CM2 FIBRA AL 0,75%	3,0	3,2	3,0	3,0	3,0	22,2	22,3	22,8	22,5	22,40

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
ING. LABORATORISTA

INGENIERO CIVIL
CIP N° 263423

CIAA
SANTA CRUZ

Escaneado con CamScanner



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

975151126 / 912880978 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciaasantacruz@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

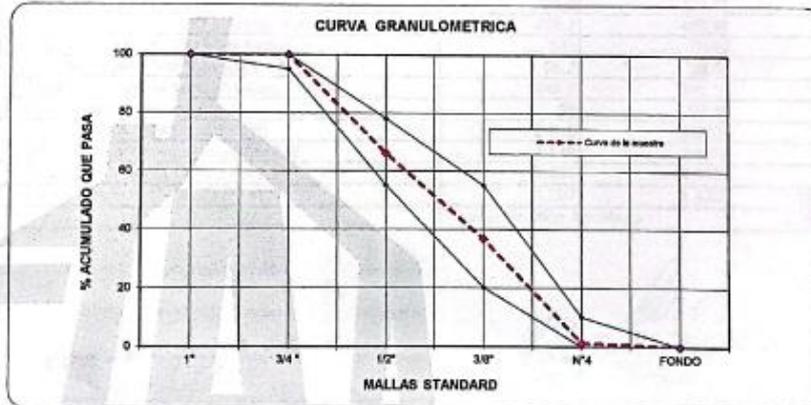
AGREGADO GRUESO

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
SECTOR
CANTERA / UBICACIÓN PIEDRA CHANCADA - RIO SECO APATA
UBICACIÓN DE OBRA
Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO **TECNICO :** J.S.C.V
Region JUNIN **FECHA :** 18/12/2022

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1"				100,00	100	100
3/4 "	0,0	0,00	0,00	100,00	95	100
1/2"	712,0	33,96	33,96	66,04	55	78
3/8"	615,0	29,33	63,29	36,71	20	55
N°4	743,0	35,44	98,73	1,27	0	10
FONDO	26,6	1,27	100,00	0,00	0	0
TOTAL	2096,6					

MODULO DE FINURA M.F. = 6,62
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL T.M.N. = 3/4 "
TAMAÑO MAXIMO T.M. = 1"

T.M.N. :La malla que produce el primer retenido. 1/2"
T.M. :La menor malla por la que pasa el 100%. 3/4"



CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
JAVIER SANTA CRUZ MELIZ
del Laboratorio

SANTA CRUZ VELIZ PAOLILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 243425

SANTA CRUZ



Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
ciasantacruz@gmail.com

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
CANTERA N° / UBICACIÓN : PIEDRA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA
UBICACIÓN DE OBRA :
Distrito HUANCAYO
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN
TECNICO : J.S.C.V.
FECHA : 18/12/2022

MUESTRA 1				
AGREGADO GRUESO MTC - 206				
N°	IDENTIFICACION	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Material sat. Sup. Seca (en aire)	980	950	
B	Peso de Material sat. Sup. Seca (en agua)	610	590	
C	Vol. Masa / Vol. Vacios = A - B	370	360	
D	Peso de Mat. seca en estufa (105° c)	973	943	
E	Vol. masa = C-(A-D)	363	353	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = D/C	2,630	2,619	
	P. Esp. Bulk (Base saturado) = A/C	2,649	2,639	
	P. Esp. Aparente (Base seca) = D/E	2,680	2,671	
	% de Absorción = ((A-D) / D) x 100	0,719	0,742	0,731
	Peso Especifico Adoptado			2,644

AGREGADO FINO MTC - 205				
N°	IDENTIFICACION	M1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	250	250	
B	Peso del frasco + H2O	206,2	205,6	
C	Peso del frasco + H2O + Arena = A+B	456,2	455,6	
D	Peso del mat. + H2O en el frasco	358	359	
E	Vol. de masa + Vol. de vacios = C-D	98,2	96,6	
F	Peso del material seco en estufa (105° c)	246,8	246,5	
G	Volumen de masa = E-(A-F)	95	93,1	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = F/E	2,513	2,552	
	P. Esp. Bulk (Base saturada) = A/E	2,546	2,588	
	P. Esp. Aparente (Base seca) = F/G	2,598	2,648	
	% de Absorción = ((A-F) / F) x 100	1,297	1,420	1,358
	Peso Especifico Adoptado			2,567

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
JAVIER SANTA CRUZ VELAZQUEZ
PROPIETARIO



Escaneado con CamScanner



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SCRL**

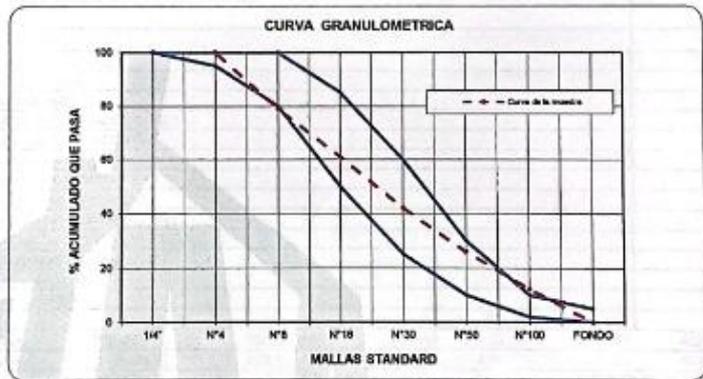
975151126 / 912880976 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción – Junín
ciaasantacruz@gmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
AGREGADO FINO**

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUE Y TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
SECTOR:
CANTERA / UBICACION: ARENA GRUESA - RIO SECO APATA
UBICACION DE OBRA: Distrito : HUANCAYO
Provincia : HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
Region : JUNIN FECHA : 18/12/2022

N° MALLA	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					Inf.	Sup.
1/4"				100,00	100	100
N°4	0,00	0,00	0,00	100,00	95	100
N°8	233,00	21,11	21,11	78,89	80	100
N°16	198,00	17,93	39,04	60,96	50	85
N°30	210,00	19,02	58,06	41,94	25	60
N°50	178,00	16,12	74,18	25,82	10	30
N°100	150,00	13,59	87,77	12,23	2	10
FONDO	135,00	12,23	100,00	0,00	0	5
TOTAL	1104,00					

MODULO DE FINURA M.F. = 2,80



CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO ASFALTOS
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
ING. ARQUITECTO

SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263425

SANTA CRUZ



Especialistas en suelos y pavimentos

CIAA
SANTA
CRUZ
GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SRL

975151126 / 912860978 / (064) 581405
Av. Oriente N° 772
Concepción
Concepción - Junín
claasantacruz@gmail.com

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS
PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE Maguey TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS
SECTOR
CANTERA / UBICACIÓN PIEDRA CHANGADA Y ARENA ZARANDEADA
UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO
Provincia HUANCAYO
Region JUNIN
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
TECNICO : J.S.C.V
FECHA : 18/12/2022

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO TIPO I:		3,150	MARCA:		ANDINO		
CARACTERISTICA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS				A.F.	A.G.		
PESO ESPECIFICO EN MASA				2,567	2,644		
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO				1790	1551		
PORCENTAJE DE ABSORCION				1,36	0,731		
CONTENIDO DE HUMEDAD				2,83	1,15		
MODULO DE FINEZA				2,80	6,62		
TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS (pulgadas)					1"		
ASENTAMIENTO O REVESTIMIENTO (mm.)					3"- 4"		
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Kg/m ³)					205,000		
PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO					2,000		
RELACION AGUACEMENTO					0,560		
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ . DE CONCRETO					0,600		
PESO DE CEMENTO					366,071		
PESO DE AGREGADO GRUESO					930,756		
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO					0,116		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA					0,205		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE					0,020		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO					0,352		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO					0,307		
PESO SECO DEL AGREGADO FINO					787,456		
PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO					807,378		
PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO					941,460		
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO					1,172		
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO					0,419		
APORTE DE AGUA DEL FINO					9,229		
APORTE DE AGUA DEL GRUESO					3,900		
APORTE DE AGUA DEL AGREGADO					13,129		
AGUA EFECTIVA					191,871		
DISEÑO EN SECO (Kg/m ³)	CEMENTO :	366,07 A.F.	787,46	A.G.	930,756	AGUA	205,000
DISEÑO EN OBRA (Kg/m ³)	CEMENTO :	366,07 A.F.	807,38	A.G.	941,480	AGUA	191,87
CANT. MAT.M3.	BOLSAS	8,61 M3. A.F.	0,451	M 3. A.G.	0,607	GAL. AGUA	50,89
PROPORCION / TANDA EN PIE3	CEMENTO	1	A.F.	1,833	A.G.	2,468	p3 .AGUA 0,52

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
Y CONCRETOS

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
C.E. LABORATORIA



SANTA CRUZ VELIZ PAOLO LUIS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263426

Escaneado con CamScanner

PESO UNITARIO EN AGREGADOS /m³

MTC E 203 -2000

PROYECTO / OBRA : INCIDENCIA DE LA FIBRA DE MAGUEY TIPO AGAVE AMERICANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. ING. CIVIL KEVIN JOSE ESPLANA RIVEROS

CANTERA N° / UBICACIÓN : RIO SECO APATA

MUESTRA M-1

UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO

Provincia HUANCAYO

Region JUNIN

TECNICO : J.S.C.V

FECHA : 18/12/2022

DESCRIPCION	AGREGADO FINO - ARENA ZARANDEADA			
	SUELTO		COMPACTADO	
Volumen del Molde	5.560,00	5.560,00	5.560,00	5.560,00
Peso del Molde	522,00	522,00	522,00	522,00
Peso del Molde + Muestra	9.269,00	9.272,00	10.476,00	10.470,00
Peso de la Muestra	8.747,00	8.750,00	9.954,00	9.948,00
Peso Unitario/m ³	1,573	1,574	1,790	1,789
PROMEDIO	1573,47		1789,75	

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA			
	SUELTO		COMPACTADO	
Volumen del Molde	5.560,00	5.560,00	5.560,00	5.560,00
Peso del Molde	522,00	522,00	522,00	522,00
Peso del Molde + Muestra	8.267,00	8.270,00	9.142,00	9.152,00
Peso de la Muestra	7.745,00	7.748,00	8.620,00	8.630,00
Peso Unitario/m ³	1,393	1,394	1,550	1,552
PROMEDIO	1393,26		1551,26	

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
CC LABORATORISTA



JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263426

Anexo 07: Certificados de calibración de equipos



**CALIBRACIONES
PERU S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de
Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW - 2022

Pág. 1 de 2

Fecha de Emisión 11/17/2022

Expediente: 369

1 Solicitante

CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL
DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
SOC.COM.RESPONS. LTDA

Dirección

AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN -
CONCEPCION - CONCEPCION

**2 Instrumento de
Medición**

MAQUINA DE ABRASION DE LOS ANGELES

Marca (o Fabricante)

PINZUAR

Modelo

PC-117

Numero de Serie

1245

Indicación

NO INDICA

Procedencia

COLOMBIANA

Cant. De Billas

12

**Fecha de
Calibración**

11/17/2022

3 METODO DE CALIBRACION

La calibración del equipo se realizó por el método de
comparación directa usando un Tacometro Patron, marca
MONARCH, con certificado de calibración S8789(Monarch
Calibración Lab.

4 LUGAR DE CALIBRACION

Instalación de Calibraciones Peru SAC.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

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

CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento.

Sello



Jefe del laboratorio de calibración

Roberto Quinto C.
ROBERTO QUINTO C.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe



**CALIBRACIONES
PERU S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de
Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW- 2022

Pág. 2 de 2

6 OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibración".

7 RESULTADOS

N°	DIAMETRO (MM)	PESO (g)
1	47.31	417,7
2	46.62	412,9
3	46.61	411,9
4	46.60	412,6
5	46.65	413,1
6	46.68	414,7
7	46.29	405,6
8	46.31	407,9
9	46.59	412,1
10	46.69	414,2
11	46.61	413,7
12	49.23	449,8
Peso total		4986,2

TIEMPO (s)	N DE VUELTAS	GIRO DEL TAMBOR (rpm)
60	31	33,2
120	63	31,2
180	96	32,5
240	128	33,2
300	160	32,3
360	193	31,4
420	224	32,7
480	257	33,1
540	288	32,8
600	320	32,9
660	354	32,3
720	385	33,1
780	417	33,1
840	451	33,3
900	485	33,5



Fin del documento

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe



**CALIBRACIONES
PERU S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de
Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-O60-2022

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 2059
Solicitante CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
 ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL
 DE RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM.RESPONS.
 LTDA
Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
 EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION -
 CONCEPCION
Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA
Marca (o Fabricante) OHAUS
Modelo R31P30
Numero de Serie 8335440482
Procedencia USA
Tipo Electronica
Identificación No indica
Alcance de Indicación 0 gr a 30000 gr
**Division de escala (d)
 o resolución** 1 gr
Div.verif. De escala (e) 10 gr (*)
Capacidad Minima 20 gr (**)
Clase de exactitud III (***)
Lugar de Calibracion Laboratorio de Masa de CALIBRACIONES PERU

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento a la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente e sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Fecha de Calibración 2022-11-17
 La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

Sello



Fecha de emisión

2022-11-17

Jefe del laboratorio de calibración

Karen Vanessa Izarra Tupia

**KAREN VANESSA IZARRA TUPIA
 GERENTE GENERAL
 CALIBRACIONES PERU S.A.C.
 RUC: 20604149721**

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
 laboratorio@calibracionesperu.pe
 www.calibracionesperu.pe

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. **LABORATORIO DE METROLOGÍA**
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN **LMM-O60-2022**

Laboratorio de Masa Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion

INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 25.4 °C	Final 25.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
8	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
9	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
10	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	E _{max} -E _{min} (gr)	e.m.p (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

2 5 Posicion Ensayo de Excentricidad
1 de las
3 4 Cargas

Temperatura	Inicial 25.4 °C	Final 25.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Posicion de la Carga	Carga min (g)	I (g)	ΔL (g)	EO (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p
										± gr
1	10	10	0.3	4.7	10000	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2	10	10	0.3	4.7	10000	10000	0.4	3.6	-1.1	20
3	10	10	0.2	4.8	10000	10000	0.4	3.6	-1.2	20
4	10	10	0.2	4.8	10000	10000	0.3	4.7	-0.1	20
5	10	10	0.2	4.8	10000	10000	0.4	4.6	-0.2	20

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. **APROBADO**

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959 E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú laboratorio@calibracionesperu.pe
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016 www.calibracionesperu.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-O60-2022

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	25.4 °C	Final	25.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	e.m.p								e.m.p ± g
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
E ₀ 10	10	0.4	4.6						
20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1	10
500	500	0.3	4.7	0.1	500	0.3	4.7	0.1	10
1000	1000	0.3	4.7	0.1	1000	0.4	4.6	0.0	10
5000	5000	0.4	4.6	0.0	5001	0.3	4.7	0.1	10
8000	8001	0.4	4.6	0.0	8001	0.4	4.6	0.0	20
10000	10001	0.5	4.5	-0.1	10001	0.4	4.6	0.0	20
15000	15001	0.5	4.5	-0.1	15001	0.5	4.5	-0.1	20
20000	20001	0.5	4.5	-0.1	20001	0.5	3.5	-1.1	20
25000	25001	0.5	3.5	-1.1	25001	0.6	3.4	-1.2	30
30000	30001	0.6	3.4	-1.2	30001	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda:
L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicaciones de la balanza.
ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado
E₀: Error en cero
E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medicion

$$U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.000000100932 R^2}$$

Lectura corregida R CORREGIDA

$$= 0.0000239780 R$$

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%

(*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(**) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(***) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

Fin del documento





CALIBRACIONES PERU S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMF-015-2022

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)	Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
	Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
% kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	10000	10005	10005	10005	0.0	0.0	0.24
20	20000	20010	20010	20010	0.0	0.0	0.24
30	30000	30010	30010	30010	0.0	0.0	0.24
40	40000	40010	40010	40010	0.0	0.0	0.24
50	50000	50010	50010	50010	0.0	0.0	0.24
60	60000	60020	60020	60020	0.0	0.0	0.24
70	70000	70020	70020	70020	0.0	0.0	0.24
80	80000	80030	80030	80030	0.0	0.0	0.24
90	90000	90040	90040	90040	0.0	0.0	0.24
100	100000	100080	100080	100080	-0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero	0	0	0	—	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe





**CALIBRACIONES
PERU S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGÍA
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de
Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-015-2022

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 2012
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ
Solicitante SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM.RESPONS.
LTDA
Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION
CONCEPCION
Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)
Alcance de Indicación 100000 KGF
Marca (o Fabricante) TAMIEQUIPOS LTDA
Modelo TCP038
Número de Serie 507
Identificación NO INDICA
Procedencia COLOMBIA
Indicador de Lectura DIGITAL
Marca (o Fabricante) HIGH WEIGHT
Modelo NO INDICA
Número de Serie 507
Identificación NO INDICA
Procedencia CHINA
Alcance de Indicación 0 KGF A 100000 KGF
Resolución 10 KGF
Transductor de Fuerza TRANSDUCTOR
Alcance de Indicación 70 Mpa
Marca (o Fabricante) ZEMIC
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Fecha de Calibración 2022-11-17
Ubic. Del Equipo INSTALACIONES DEL SOLICITANTE
Lugar de Calibración LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente e sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

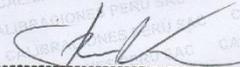
Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2022-11-17


KAREN VANESSA IZARRA TUJIA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe

Anexo 08: Panel de fotografías



IMAGEN N° 01: Agave americana (maguey) – Distrito de Rosario – Acobamba – Huancavelica.



IMAGEN N° 02: Extracción de fibra de maguey.



IMAGEN N° 03: Extracción de fibra de maguey.



IMAGEN N° 04: Extracción de fibra de maguey.



IMAGEN N° 05: Fibra de maguey extraída.



IMAGEN N° 06: Corte de fibra de maguey de aproximadamente 02 centímetros.



IMAGEN N° 07: Corte de fibra de maguey.



IMAGEN N° 08: Corte de fibra de maguey.



IMAGEN N° 09: Análisis granulométrico de agregado fino (arena gruesa).



IMAGEN N° 10: Análisis granulométrico de agregado grueso (piedra chancada).



IMAGEN N° 11: Análisis granulométrico de agregados (peso de agregados).



IMAGEN N° 12: Peso unitario de agregado fino (arena gruesa).



IMAGEN N° 14: Peso unitario de agregado fino (arena gruesa).



IMAGEN N° 13: Peso unitario de agregado fino (arena gruesa).



IMAGEN N° 15: Peso unitario de agregado grueso (piedra chancada).



IMAGEN N° 16: Peso unitario de agregado grueso (piedra chancada).



IMAGEN N° 19: Diseño de Mezcla (peso de cemento).



IMAGEN N° 17: Ensayo de abrasión de los ángeles.



IMAGEN N° 20: Diseño de Mezcla (peso de arena gruesa).



IMAGEN N° 18: Ensayo de abrasión de los ángeles.



IMAGEN N° 21: Diseño de Mezcla (peso de piedra chancada).



IMAGEN N° 24: Preparación de mezcla (agua).



IMAGEN N° 22: Diseño de Mezcla (peso de agua).



IMAGEN N° 25: Preparación de mezcla (cemento).



IMAGEN N° 23: Diseño de Mezcla (peso de fibra de maguey).



IMAGEN N° 26: Preparación de mezcla (piedra chancada).



IMAGEN N° 28: Preparación de mezcla (adición de fibra de magüey).



IMAGEN N° 27: Preparación de mezcla (arena gruesa).



IMAGEN N° 29: Mezclado de materiales según diseño.



IMAGEN N° 30: Ensayo de asentamiento (slump).



IMAGEN N° 31: Ensayo de asentamiento (slump) – golpes por capa.



IMAGEN N° 34: Ensayo de asentamiento (slump) – enrasado.



IMAGEN N° 32: Ensayo de asentamiento (slump) – enrasado.



IMAGEN N° 35: Elaboración de briquetas para ensayo de compresión y tracción indirecta – golpes por capas.



IMAGEN N° 33: Ensayo de asentamiento (slump) – 4.4' pulgadas.



IMAGEN N° 36: Elaboración de briquetas para ensayo de compresión y tracción indirecta – enrasado.



IMAGEN N° 37: Ensayo de resistencia a la compresión – Muestra patrón.



IMAGEN N° 38: Ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón.



IMAGEN N° 39: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.25.



IMAGEN N° 40: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.50.



IMAGEN N° 41: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.75.



IMAGEN N° 42: Ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón (7 días).



IMAGEN N° 43: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.25% (7 días).



IMAGEN N° 46: Ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón (14 días).



IMAGEN N° 44: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.50% (7 días).



IMAGEN N° 47: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.25% (14 días).



IMAGEN N° 45: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.75% (7 días).



IMAGEN N° 48: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.50% (14 días).



IMAGEN N° 49: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.75% (14 días).



IMAGEN N° 52: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.50% (21 días).



IMAGEN N° 50: Ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón (21 días).



IMAGEN N° 53: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.75% (21 días).



IMAGEN N° 51: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.25% (21 días).



IMAGEN N° 54: Ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón (28 días).



IMAGEN N° 55: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.25% (28 días).



IMAGEN N° 58: Ensayo de tracción indirecta – muestra patrón (28 días).



IMAGEN N° 56: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.50% (28 días).



IMAGEN N° 59: Ensayo de tracción indirecta – 0.25% (28 días).



IMAGEN N° 57: Ensayo de resistencia a la compresión – 0.75% (28 días).



IMAGEN N° 60: Ensayo de tracción indirecta – 0.50% (28 días).



IMAGEN N° 61: Ensayo de tracción indirecta – 0.75% (28 días).



IMAGEN N° 64: Ensayo de resistencia a la flexión – 0.50% (28 días).



IMAGEN N° 62: Ensayo de resistencia a la flexión – muestra patrón (28 días).



IMAGEN N° 65: Ensayo de resistencia a la flexión – 0.75% (28 días).



IMAGEN N° 63: Ensayo de resistencia a la flexión – 0.25% (28 días).