

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y  
CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**Influencia de la adición de la fibra de agave sisalana en  
la resistencia mecánica del concreto para pavimentos  
rígidos, Ayacucho - 2023**

Para optar el título profesional de:  
**INGENIERA CIVIL**

PRESENTADO POR:  
**Bach. Nancy CUBA ESCALANTE**

ASESOR:  
**Mg. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general evaluar la influencia de la adición de Fibras de Agave Sisalana, en la resistencia mecánica del concreto para pavimento rígidos, Ayacucho – 2023, donde se ensayaron 5 dosificaciones de concreto en porcentajes de 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0% y 5.0%, sustituyendo al cemento, evaluándose la influencia de las fibras de Agave Sisalana en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido. Para la realización de la investigación se utilizó el enfoque de investigación aplicada y el enfoque cuantitativo del diseño experimental, tomando como objeto de investigación las fibras de Agave sisalana, la población estuvo conformada por un conjunto de 54 probetas cilíndricas y 18 vigas para ser ensayadas durante el curado 7,14 y 28 días. Los resultados que se obtuvieron indican que al agregar 3% de fibras de Agave Sisalana se mejoran las propiedades físico y mecánicas del concreto.

La conclusión general de esta investigación es que la fibra de Agave Sisalana tiene una influencia menor en las propiedades físicas del concreto para pavimento rígido, pero presenta una influencia positiva respecto a sus propiedades mecánicas, mejorando sus características a los 28 días en el concreto con adición de fibras de Agave sisalana, puesto que supera la resistencia a la compresión del concreto patrón en un 36%; los valores de resistencia a la flexión suben hasta un valor de 28% por encima del concreto patrón.

**Palabras Clave:** Concreto, Cemento, Fibras de agave.

## ABSTRACT

The present investigation has as a general objective to evaluate the influence of the addition of Agave Sisalana Fibers, on the mechanical resistance of concrete for rigid pavements, Ayacucho - 2023, where 5 concrete dosages were tested in percentages of 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0% and 5.0%, substituting cement, evaluating the influence of Agave Sisalana fibers on the mechanical properties of concrete for rigid pavement. To carry out the research, the applied research approach and the quantitative approach of the experimental design were used, taking Agave sisalana fibers as the research object, the population consisted of a set of 54 cylindrical test tubes and 18 beams to be tested during curing 7, 14 and 28 days. The results obtained indicate that adding 3% of Agave Sisalana fibers improves the physical and mechanical properties of the concrete.

The general conclusion of this research is that the Agave Sisalana fiber has a minor influence on the physical properties of concrete for rigid pavement, but it has a positive influence on its mechanical properties, improving its characteristics after 28 days in concrete with addition. of Agave sisalana fibers, since it exceeds the compressive strength of standard concrete by 36%; the flexural strength values rise to a value of 28% above the standard concrete

**Keywords:** Concrete, Cement, Agave fibers.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el concreto es un material muy utilizado en la construcción debido a sus propiedades físicas y mecánicas. Por tanto, existe un gran interés en mejorar estas propiedades del Concreto para pavimento rígido y el ahorro de costes a corto, medio y largo plazo. El propósito de este estudio es proporcionar las razones de este interés en soluciones alternativas. Este trabajo de investigación consta de cinco partes, la primera parte es el planteamiento del problema, incluyendo la descripción, definición y expresión del problema, conteniendo sus causas y significado, limitaciones y objetivos del estudio. La segunda parte presenta el marco teórico, conteniendo el contexto internacional y nacional, la base teórica y el marco conceptual. La tercera parte de formula la metodología de la investigación, incluido el enfoque, el alcance, el diseño de la investigación, el conjunto y la muestra, las hipótesis, la operacionalización de las variables, los métodos y las herramientas, para el desarrollo de la presente tesis. En la cuarta parte se presenta los resultados, que incluyen un análisis de los resultados y la contrastación de las hipótesis. En la quinta parte se presenta conclusiones, recomendaciones, trabajos a futuro, además de la bibliografía y anexos.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a mi esposo, quien con su amor, sabiduría y apoyo incondicional ha sido una luz de esperanza en mi camino. Asimismo, quiero dedicar este trabajo a mis hijos, Oxford y Atenas, quienes han sido parte fundamental en mi vida y la fortaleza para alcanzar mis sueños.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme cada día una oportunidad de vivir y por acompañarme siempre en mi camino, guiándome y brindándome su protección. Asimismo, quiero expresar mi gratitud a la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, una prestigiosa institución académica que ha sido fundamental en mi formación profesional y personal. Por último, deseo agradecer al Ing. Jaime Leonardo Bendezú Prado, quien me inspiró con su impulso profesional y me guió académicamente con su valiosa sabiduría y experiencia.

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ACRÓNIMOS .....</b>	<b>xvi</b>
<b>SÍMBOLOS .....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>18</b>
1.1. Descripción del problema .....	18
1.2. Delimitación del problema. ....	20
1.2.1. Espacial.....	20
1.2.2. Temporal.....	20
1.2.3. Temática y unidad de análisis.....	21
1.3. Formulación del problema.....	21
1.3.1. Problema general.....	21
1.3.2. Problemas específicos.....	21
1.4. Justificación e importancia. ....	22
1.5. Limitaciones de la investigación. ....	23
1.6. Objetivos.....	23
1.6.1. Objetivo general. ....	23
1.6.2. Objetivos específicos.....	23
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.1. Antecedentes.....	24
2.1.1. Investigaciones internacionales. ....	24
2.1.2. Investigaciones nacionales. ....	26
2.2. Bases teóricas. ....	30
2.2.1. Pavimento .....	30
2.2.2. Tipos de pavimento .....	30

2.2.3.	Pavimento Flexible .....	30
2.2.4.	Pavimentos rígidos .....	30
2.2.5.	Pavimento semirrígido.....	30
2.2.6.	Subrasante.....	31
2.2.7.	Base .....	31
2.2.8.	Subbase.....	31
2.2.9.	El concreto.....	32
2.2.10.	Componentes del concreto.....	32
2.2.11.	El cemento .....	32
2.2.12.	Agua .....	32
2.2.13.	Agregados.....	33
2.2.14.	Propiedades físicas del concreto.....	35
2.2.15.	Concreto en estado endurecido.....	38
2.2.16.	Fibra.....	41
2.3.	Marco conceptual. ....	45
2.3.1.	Agregado fino.....	45
2.3.2.	Agregado grueso.....	45
2.3.3.	Cemento portland .....	45
2.3.4.	Aditivos .....	46
2.3.5.	Concreto .....	46
2.3.6.	Diseño de mezcla del concreto .....	46
2.3.7.	Propiedades mecánicas del concreto .....	46
2.3.8.	Resistencia del concreto .....	46
2.3.9.	Durabilidad del concreto .....	46
2.3.10.	Tenacidad.....	46
2.3.11.	Rigidez.....	47
2.3.12.	Resistencia al impacto .....	47
2.3.13.	El concreto.....	47
2.3.14.	Curado .....	47
2.3.15.	Agave Sisalana .....	47
<b>III.</b>	<b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>48</b>
3.1.	Enfoque.....	48
3.2.	Alcance (correlacional).....	48
3.3.	Diseño de investigación.....	48
3.4.	Población y muestra.....	49
3.5.	Hipótesis. ....	49
3.5.1.	Hipótesis general. ....	49
3.5.2.	Hipótesis específicas.....	50
3.6.	Operacionalización de variables .....	50
3.6.1.	Variables.....	50
3.7.	Técnicas e instrumentos.....	52
3.8.	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información. ....	53
3.8.1.	Descriptiva e inferencial.....	53
3.8.2.	Paquetes estadísticos .....	53

3.9.	Desarrollo del trabajo de tesis. ....	53
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
4.1.	Contrastación de Hipótesis .....	76
4.1.1.	Asentamiento y/o consistencia del concreto.....	77
4.1.2.	Resistencia a la compresión.....	78
4.1.3.	Resistencia a la Flexión .....	80
4.2.	Análisis E Interpretación .....	82
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
5.1.	Conclusiones.....	87
5.2.	Recomendaciones .....	88
5.3.	Trabajos futuros .....	89
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ensayo de asentamiento.....	36
<b>Figura 2:</b> Esquema de patrones de fractura típicos en ensayos de Resistencia.....	40
<b>Figura 3:</b> Esquema del equipo para ensayo de módulo de rotura.....	41
<b>Figura 4:</b> Planta de Agave Sisalana.....	44
<b>Figura 5:</b> Obtención de fibras de Agave Sisalana.....	45
<b>Figura 6:</b> Mapa del Perú y del departamento de Ayacucho.....	54
<b>Figura 7:</b> Obtención del Agave Sisala.....	54
<b>Figura 8:</b> Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.....	56
<b>Figura 9:</b> Curva granulométrica del agregado grueso.....	56
<b>Figura 10:</b> Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.....	57
<b>Figura 11:</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	58
<b>Figura 12:</b> Curva granulométrica del agregado global.....	62
<b>Figura 13:</b> Asentamiento del concreto.....	70
<b>Figura 14:</b> Resistencia promedio de la compresión a los 7 días.....	71
<b>Figura 15:</b> Resistencia promedio de la compresión a los 14 días.....	72
<b>Figura 16:</b> Resultado de prueba de rotura a los 28 días.....	73
<b>Figura 17:</b> Resistencia promedio de la compresión a los 28 días.....	73
<b>Figura 18:</b> Resumen de la resistencia a la compresión.....	74
<b>Figura 19:</b> Ensayo de resistencia a la flexión.....	75
<b>Figura 20:</b> Prueba de asentamiento.....	82
<b>Figura 21:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días.....	84
<b>Figura 22:</b> Resistencia a la flexión a los 28 días.....	85
<b>Figura 23:</b> Apisonado de concreto.....	166
<b>Figura 24:</b> Apisonado de concreto.....	167

<b>Figura 25:</b> Medición del asentamiento .....	168
<b>Figura 26:</b> Elaboración de probetas .....	169
<b>Figura 27:</b> Elaboración de Vigas .....	170
<b>Figura 28:</b> Probetas elaboradas.....	171
<b>Figura 29:</b> Ensayo a compresión .....	172
<b>Figura 30:</b> Ensayo a compresión .....	173
<b>Figura 31:</b> Ensayo a flexión del concreto .....	174
<b>Figura 32:</b> Ensayo a flexión del concreto .....	175

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis granulométrico del agregado fino .....	34
Tabla 2: Análisis granulométrico del agregado grueso .....	35
Tabla 3: Clases de mezcla según su consistencia .....	37
Tabla 4: Resistencia del concreto según días de curado.....	39
Tabla 5: Estructura de la hoja de Agave Sisalana .....	43
Tabla 6: Propiedades de la hoja de Agave Sisalana .....	43
Tabla 7: Operacionalización de variables.....	51
Tabla 8: Contenido de humedad del agregado grueso.....	59
Tabla 9: Contenido de humedad del agregado fino.....	59
Tabla 10: Porcentaje de vacíos .....	60
Tabla 11: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino .....	60
Tabla 12: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	61
Tabla 13: Granulometría del agregado global .....	62
Tabla 14: Resistencia requerida $f'_{cr}$ .....	63
Tabla 15: Valores de consistencia y asentamientos.....	64
Tabla 16: Volumen unitario del agua .....	64
Tabla 17: Porcentaje de aire atrapado según TMN .....	65
Tabla 18: Relación agua cemento.....	65
Tabla 19: Resumen de materiales seleccionados secos por m <sup>3</sup> de concreto .....	66
Tabla 20: Dosificación en peso seco .....	66
Tabla 21: Resumen de materiales húmedos por m <sup>3</sup> de concreto .....	66
Tabla 22: Dosificación en volumen húmedo por m <sup>3</sup> de concreto.....	66
Tabla 23: Dosificaciones con fibras de Agave Sisalana.....	67
Tabla 24: Resultado de prueba del asentamiento del concreto.....	69

Tabla 25: Resultado de prueba de rotura a los 7 días .....	71
Tabla 26: Resultado de prueba de rotura a los 14 días .....	72
Tabla 27: Resultado de prueba de rotura de la flexión a los 7 días .....	75
Tabla 28: Pruebas de normalidad para la consistencia del concreto .....	77
Tabla 29: Correlación de Adición de Agave Sisalana .....	78
Tabla 30: Pruebas de normalidad de la resistencia a compresión .....	79
Tabla 31: Correlación de Agave Sisalana con la resistencia a la compresión.....	79
Tabla 32: Pruebas de normalidad de la resistencia a flexión.....	80
Tabla 33: Correlación de Agave Sisalana y resistencia a la flexión.....	81

## GLOSARIO

**Abrasión**, se refiere al desgaste mecánico causado por la fricción o impacto que sufren agregados y rocas.

**Un aditivo**, es un producto químico o mineral que se utiliza para modificar una o varias propiedades de un material.

**El término agregado**, se utiliza para hacer referencia a materiales granulares como arena, grava, escoria o roca triturada que se emplean en diferentes tamaños y proporciones en la elaboración de mezclas.

**El agregado fino**, es un material resultante de la desintegración natural o artificial de partículas, cuyo tamaño y propiedades se definen en las especificaciones técnicas. Suelen pasar por la malla N° 4 (4,75 mm) y contener finos.

**El agregado grueso**, es otro tipo de material resultante de la desintegración natural o artificial de partículas, que también está determinado por especificaciones técnicas y por lo general se retiene en la malla N° 4 (4,75 mm).

**El asentamiento**, se produce cuando un elemento de la vía se hunde o sufre un desplazamiento vertical.

**Una cantera**, es un depósito natural de material adecuado para su uso en la construcción, rehabilitación, mejora y/o mantenimiento de carreteras.

**El cemento Portland**, se obtiene a partir de la pulverización del Clinker portland con la eventual adición de yeso natural.

**El cono de Abrams**, es un molde en forma de cono trunco hecho de metal resistente a la pasta de cemento, que se utiliza para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. También se conoce como cono de asentamiento o SLUMP.

## ACRÓNIMOS

**AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials

**ACI:** American Concrete Institute

**AGN:** Agregado grueso natural

**AGR:** Agregado grueso reciclado

**ASTM:** American Society for Testing and Materials

**A.G:** Agave Sisalana

**INACAL:** Instituto Nacional de Calidad

**INDECOPI:** Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual

**MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**NTP:** Norma Técnica Peruana

**PCI:** Índice de condición de pavimento

## SÍMBOLOS

$\rho$ =Asentamiento.

$f_c$ =Esfuerzo de compresión del concreto.

$f_y$ =Esfuerzo de fluencia del acero

$f_t$ =Resistencia a la tracción

$f_f$ =Resistencia a la flexión

Mpa= Mega pascales

mm= Milímetros

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema**

En la ciudad de Ayacucho de acuerdo a la inspección y trabajos de campo se ha constatado que las principales calles pavimentadas, avenidas y jirones están en su mayoría deteriorados, con presencia de baches, hundimiento y grietas, factores que estarían incidiendo en el incremento de accidentes de tránsito, deterioro de vehículos y generando malestar en la población.

Muchas de las calles de la ciudad de Ayacucho han sido construidos empleando pavimentos rígidos los cuales ofrecen una resistencia que muchas veces se ve superada por la carga vehicular y los factores climáticos. Frente a esta situación cabe la necesidad de investigar sobre materiales alternativos para poder incrementar las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, como es el caso de la fibra de sisal de agave se ha utilizado en años anteriores como aditivo en la producción de adobe en sustitución de la paja de trigo en la región, así como cuerdas de alta resistencia, etc. Actualmente, debido al desconocimiento de los beneficios de este material, este material no se usa en el entorno construido, sino que se descarta y, en ocasiones, se usa algunas veces usados como cercos de terrenos colindantes.

La motivación del presente proyecto de investigación es la búsqueda de un material alternativo como es la fibra de Agave Sisalana como material económico y amigable con el medio ambiente y de esta manera aprovechar este insumo como materia prima para incrementar las propiedades mecánicas de los pavimentos rígidos en la ciudad de Ayacucho.

Con base en lo anterior, existen diversos antecedentes que crean una realidad problemática similar para el proyecto de investigación propuesto. A nivel internacional, México tiene un alto porcentaje de superficies de pavimentos rígidos problemáticos porque, además de no soportar el peso del vehículo, presentan defectos, grietas, agujeros y mal funcionamiento que provocan molestias en el tránsito vial, creando una sensación de inseguridad. peatones y conductores (Bonilla et al., 2017, p. 21).

Mientras que en el país de Colombia los pavimentos rígidos tienen defectos como grietas, baches, los cuales afectan negativamente la circulación vehicular, provocando accidentes y generando gastos en mantenimiento en los vehículos (Reyes et al., 2020, p. 2)

De lo anterior mencionado se fundamenta la problemática de la investigación relacionadas con el concreto para pavimento y su uso a escala mundial parten de que uno de los aspectos más importantes es el uso de aditivos con el único fin de conseguir mejoras en sus propiedades. Sin embargo, muchos de estos aditivos son sintéticos y poco amigables con el medio ambiente debido a los residuos que se generan durante su producción (Cabanillas, 2022).

En 1993, EE. UU. registró la primera patente para el uso de aditivos químicos modernos, cuya función principal es mejorar el concreto mezclando con otro insumo como es el humo negro en las carreteras asfaltadas. No se usó en esa época porque generaban alto costo económico. (Labán, 2017).

El concreto para pavimento ha sido estudiado internacionalmente en sus diversas formas de presentación estructural, analizando la resistencia del material cuando se añaden

componentes para determinar su efecto en la compresión, flexión y tracción. Estos estudios han arrojado resultados diversos en cuanto al aumento o disminución de la resistencia, y además se ha buscado la forma de reducir los costos de producción del concreto sin impactar significativamente su resistencia.

En el ámbito nacional, los pavimentos rígidos en el Perú presentan un deterioro en su resistencia causado por fallas en las juntas, agrietamientos, sellados y cambios climáticos constantes. Ante esta problemática, los habitantes de la ciudad de Huancayo esperan que los profesionales encuentren una solución óptima (p. 9). Actualmente, con la alta demanda de materiales para la construcción en el país, se ha desarrollado la posibilidad de obtener nuevas alternativas que favorezcan el desarrollo social y económico sin impactar negativamente en el medio ambiente (Gutiérrez, 2017).

El sector de construcción en el Perú ha crecido un 5.6% en el tercer trimestre del 2017, siendo el concreto el material de construcción más utilizado según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (Apeageyi, 2010).

## **1.2. Delimitación del problema.**

### ***1.2.1. Espacial***

La presente investigación, se desarrolla en la ciudad de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Distrito de Ayacucho.

### ***1.2.2. Temporal.***

El desarrollo de la tesis se viene dando desde el mes de octubre hasta Julio del presente año 2023, identificando sus principales problemas referentes a al empleo de las

fibras de Agave Sisalana tratando de darle un valor a este insumo natural para la elaboración de concreto para pavimentos rígidos.

### ***1.2.3. Temática y unidad de análisis.***

La investigación aborda la temática ambiental e ingeniería, con el objetivo de utilizar las fibras de Agave Sisalana en la construcción como material alternativo para mejorar la resistencia mecánica del concreto en pavimentos rígidos, contribuyendo así a reducir la producción de otros materiales que generan contaminación ambiental durante su proceso de producción, como por ejemplo el cemento. En el ámbito de la ingeniería y tecnología de materiales, se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en pavimentos rígidos y analizar el efecto de las fibras de Agave Sisalana como material alternativo. Las muestras elaboradas con diferentes proporciones de fibras de Agave serán la unidad de análisis en la investigación.

## **1.3. Formulación del problema.**

### ***1.3.1. Problema general.***

¿Cómo influye la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?

### ***1.3.2. Problemas específicos.***

- a) ¿Cómo influye la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?
  
- b) ¿En qué medida influye la adición de Agave Sisalana en la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?

- c) ¿De qué manera influye la incorporación de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?

#### **1.4. Justificación e importancia.**

Si bien la base teórica de la justificación e importancia de la incorporación de fibras de Agave en el concreto se basa en la teoría y se cuantifica a través de ensayos de laboratorio estandarizados, como los ensayos de compresión axial y flexión, que permiten conocer los cambios en las propiedades físico-mecánicas del pavimento rígido. La fibra de Agave se añade al concreto del pavimento para mejorar su resistencia y garantizar su espesor óptimo en pavimentos rígidos. Además, la investigación contribuye al marco de mantenimiento vial al ofrecer los porcentajes de dosificación óptimos para reducir el desgaste y los costos de mantenimiento, mejorando el nivel de servicio y optimizando los costos. Desde una perspectiva social, la integración de fibras de Agave busca mejorar las propiedades del concreto, permitiendo su uso para detener el desgaste y prolongar la vida útil de pavimentos duros, brindando servicios sustentables, comodidad y seguridad para vehículos, transeúntes y residentes. Desde un punto de vista económico, las fibras de Agave utilizadas son un desecho y no generan costos adicionales. Por último, como una razón ambiental, la incorporación de fibras de Agave en el concreto para pavimentos rígidos tiene como objetivo reducir el espesor de la losa de pavimento rígido, disminuyendo la cantidad de materiales nocivos para el medio ambiente involucrados en la producción de pavimento rígido. La investigación contribuirá a la mejora de las vías de la ciudad de Ayacucho, ya que sus pavimentos son rígidos, el flujo de tráfico es intenso y las exigencias son altas.

## **1.5. Limitaciones de la investigación.**

La presente investigación se limita al mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para pavimentos rígidos, luego se evalúa los efectos con incorporación parcial de fibras de Agave Sisalana para luego realizar las pruebas de ensayo en laboratorio para demostrar la posibilidad del uso de las fibras de Agave Sisalana como material alternativo para reforzamiento del concreto en pavimentos rígidos.

## **1.6. Objetivos.**

### ***1.6.1. Objetivo general.***

Determinar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

### ***1.6.2. Objetivos específicos.***

- a) Evaluar la influencia de la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.
  
- b) Evaluar la influencia de la adición de fibras secas de Agave Sisalana en la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.
  
- c) Determinar la influencia de la incorporación de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Investigaciones internacionales.

Como antecedentes internacionales tenemos un estudio en Maharashtra, India, como objetivo fue evaluar el efecto de las fibras de sisal de agave en la resistencia a la compresión y tensión del concreto. Los resultados mostraron que a medida que aumentaba el porcentaje de fibra de sisal de agave hasta la dosis óptima de 1,0%, aumentaba la resistencia a la compresión y a la flexión. En comparación con la muestra estándar, la resistencia a la compresión al 0,5 %, 1,0 % y 1,5 % aumentó en un 7,14 %, 22,53 % y 1,77 %, respectivamente. La resistencia a la tracción de las fibras de sisal al 0,5 %, 1,0 % y 1,5 % alcanzó el 5,79 %, 27,31 % y -0,46 % de la resistencia después de 28 días de curado, respectivamente. Por lo tanto, se concluyó que las fibras de sisal mejoran las propiedades mecánicas del concreto.(Sudarshan et al., 2022).

Un estudio titulado "Investigación del efecto de la fibra de sisal en las propiedades del Concreto" en el país africano de Etiopía. El objetivo fue evaluar el efecto de las fibras de sisal en la resistencia a la compresión ya la flexión del Concreto. El objetivo fue evaluar el efecto de las fibras de sisal en la resistencia a la compresión ya la flexión del Concreto. Los resultados mostraron que a medida que aumentaba el porcentaje de fibras de sisal hasta la dosis óptima de 1,5%, aumentaba la resistencia a la compresión y a la flexión. En

comparación con la muestra estándar, la resistencia a la compresión de 0,5 %, 1,0 % y 1,5 % aumentó en 4,53 %, 16,56 % y 29,69 %, respectivamente. Después de curar durante 28 días, la resistencia a la flexión de las fibras de sisal al 0,5 %, 1,0 % y 1,5 % aumentó en un 9,23 %, 12,1 % y 9,0 %, respectivamente. Por lo tanto, se concluyó que las fibras de sisal mejoran las propiedades mecánicas del Concreto (Bezabih & Wokjira, 2022).

En el país de Rusia, Europa, en el trabajo de investigación titulado “Features of Sisal Fiber Reinforced Concrete”. Su objetivo es investigar el efecto de la adición de fibra de sisal en la estructura y el desempeño del concreto reforzado con fibra de sisal. La cantidad de aditivo de fibra de sisal es 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,0%, 1,25% y 1,5% del peso del cemento. Los resultados mostraron que a medida que aumentaba el porcentaje de fibras de sisal hasta la dosificación óptima de 1,0%, aumentaba la resistencia a la compresión y a la flexión. Después de 28 días de curado, la resistencia a la compresión aumentó un 22 % y el límite elástico aumentó un 29 % en comparación con la muestra estándar. Por lo tanto, se concluyó que las fibras de sisal mejoran las propiedades mecánicas del Concreto (Beskopylny et al., 2022).

Estudio titulado “Estudio de torsión pura en vigas de Concreto con fibra de sisal”, Maharashtra, India. El objetivo fue evaluar el efecto de las fibras de sisal sobre las propiedades torsionales puras del Concreto. Los resultados muestran que a medida que aumenta el contenido de fibra de sisal, la dosificación óptima es del 1,0 % y el rendimiento de torsión aumenta en consecuencia. Después de 28 días de curado, la resistencia a la torsión del 0,5 % y el 1,0 % aumentó un 25 % y un 35 %, respectivamente, en comparación con la muestra estándar. Por lo tanto, se concluyó que las fibras de sisal mejoraron la resistencia a la torsión del Concreto (Akash et al., 2018).

En un estudio de Maharashtra (India) titulado “Efecto del Concreto reforzado con fibra de sisal en la resistencia a la tracción y la flexión”. El objetivo fue evaluar el efecto de las fibras de sisal sobre las propiedades torsionales puras del Concreto. Los resultados muestran que a medida que aumenta el contenido de fibra de sisal, la dosificación óptima es del 1,0 % y el rendimiento de torsión aumenta en consecuencia. Después de 28 días de curado, la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión aumentaron un 0,5 %, 1,0 %, 63,71 % y 54,55 %, respectivamente, en comparación con la muestra estándar. Por lo tanto, se concluyó que las fibras de Agave mejoran las propiedades de tracción y flexión del Concreto (Gajdhane et al., 2018).

En un estudio titulado “Análisis del comportamiento a flexión de vigas reforzadas con fibras Cabuya” realizado en la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador, determinó en su investigación que la ausencia de endurecimiento del concreto con fibras Cabuya hasta 6 cm de espesor es de sin valor. Los resultados mostraron que la capacidad de corte del Concreto de fibras dispersas se incrementó en un 20,1 %, 19,5 % y la resistencia a la flexión se incrementó en un 14,7 % a los 14, 28 y 60 días, respectivamente, en comparación con el Concreto sin fibras. Se concluyó que las fibras Kabuya mejoraron el desempeño del concreto, pero redujeron la trabajabilidad. (Sánchez & Yajaira, 2016).

### **2.1.2. Investigaciones nacionales.**

Según el estudio "Determinación del contenido óptimo de fibra Kabuya para mejorar la resistencia a la compresión del Concreto". Su principal objetivo fue determinar el contenido óptimo de fibra kabaya para aumentar la resistencia a la compresión del Concreto

a 210 kg/cm<sup>2</sup>. El método utilizado en este estudio ofrece una aproximación cuantitativa al tipo de aplicación y se basa en un diseño experimental; En este estudio se utilizaron un total de 81 probetas de concreto y las fibras se cortaron en longitudes de 2,5 cm y 8,0 cm para ser utilizadas como refuerzo en la preparación del concreto El material se agrega en la proporción de 0,25%, 0,5% , 0.75% y 1, 0% En comparación con el volumen de concreto, los resultados de las pruebas de flexión (RF) y compresión RC se analizan más adelante. , y los resultados muestran la resistencia promedio de las tres muestras, la resistencia de cada muestra a la edad de 28 días es de 192.48 kg/cm<sup>2</sup>, 171.47 kg/cm<sup>2</sup>, 144.46 kg/cm<sup>2</sup> y 97.27 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, mientras que la resistencia del Concreto estándar alcanza los 230,66 kg/cm<sup>2</sup> determinando así aunque la resistencia del Concreto que contiene fibras Kabuya es inferior a la del Concreto estándar. En conclusión, con base en los resultados de las pruebas de laboratorio de concreto fresco y endurecido, es claro que la incorporación de fibras kabuya y sus propiedades de compresión disminuyeron, pero las propiedades de flexión aumentaron significativamente. Por otra parte, en cuanto a las propiedades físicas, se ha establecido que, a mayor porcentaje de incorporación, peor trabajabilidad del Concreto (Alarcón, 2018).

Asimismo, Alegre (2018) ha publicado un trabajo “Resistencia a la flexión de vigas de concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 5% y 10% fibra de lechuga de agave” Universidad de San Pedro - Huaraz. El trabajo para la obtención del título de ingeniero civil, el método de investigación es explicativo a nivel cuasi experimental, y el objeto de esta investigación es la forma de una viga de Concreto según la NTP 339.206. Además, la muestra estuvo constituida por 27 vigas de concreto con  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y el porcentaje de cada fibra fue 0%, 5% y 10%, lo que totalizó 81 vigas de concreto. Los autores extraen las siguientes conclusiones: Los resultados para las fibras de agave lechuguilla (maguey)

mostraron una acidez promedio de 3.34 y una alcalinidad (PH) de 5.86; la interacción química entre las fibras y la matriz alcalina del cemento provocó la degradación química de las fibras, por lo que pierden sus propiedades, y los fragmentos de fibra se convierten en pequeñas unidades que no brindan la suficiente resistencia al refuerzo del Concreto; por lo tanto, las fibras cortadas deben ser parafinadas para evitar reacciones químicas con el cemento, los datos más favorables se obtienen después de un curado de 28 días. Añadiendo un 10% de fibra se obtiene una resistencia a la flexión de 130 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la viga estándar solo alcanza los 125,4 kg/cm<sup>2</sup>., un aumento del 3,69%. Las fibras de agave tienen excelentes propiedades como la resistencia a la tracción y se pueden clasificar como fibras de refuerzo de Concreto.

Según trabajo titulado “Adición de Fibras de Agave al Concreto y sus Efectos en la Resistencia a Fuerzas Axiales en San Carlos-Huancayo” Universidad Continental-Huancayo. El método utilizado es el método científico, método cualitativo y cuantitativo, el tipo que se utiliza, y el nivel de investigación es experimental. He llegado a la conclusión de que con un 0,75 % de adición de fibra la resistencia a la compresión del Concreto es del 1,73 %, pero he observado que con adiciones superiores al 0,75 % se absorben más fibras debido al mayor porcentaje de fibra, por lo que la resistencia a la compresión disminuye. Todas las fibras de agave añadidas requeridas para la hidratación dieron resultados positivos en las pruebas de resistencia a la flexión con 1% de adición alcanzando porcentajes de 7.89%, 3.92% y 3.99% a los 14, 28 y condiciones especiales y 42 días, respectivamente. Asimismo, se eligió como mejor opción un incremento de 0.75%, ya que estos datos pierden resistencia durante la compresión, mientras continúan ganando resistencia durante la flexión (Lara, 2020).

Asimismo, el trabajo de investigación “Estudios sobre las propiedades mecánicas del concreto utilizando fibras naturales y sintéticas para el control de grietas por retracción plástica en la ciudad de Arequipa” examinó las propiedades mecánicas del concreto con la adición de fibras naturales y sintéticas para el control de la retracción plástica, para ello se utilizan microfibras Chema como fibras sintéticas en una proporción de 300 g/m<sup>3</sup> y con fibras de caña de azúcar y agave como fibras naturales en proporciones de 0,1%, 0,5% y 1% del volumen total. Se concluyó que la trabajabilidad, y la tasa de exudación fueron menores en el concreto fresco a medida que aumentó el contenido de fibra en la mezcla; sin embargo, disminuyó la aparición de grietas por retracción plástica; también concluyeron que las fibras mantuvieron unida la matriz hasta que se alcanzaron niveles de tensión más altos. Esto significa una mayor resistencia a la rotura (Polo, 2017).

Por último, Herrera (2019), en su trabajo de investigación “Investigación del concreto hidráulico con adición de fibras de agave para el diseño de la superficie dura de la Avenida Universitaria en la provincia de Huancavelica por método mecánico – 2018”. Su objetivo general es determinar el desempeño del concreto hidráulico con fibra de agave en el diseño de pavimentos rígidos. Método de investigación aplicado, nivel de interpretación, experimentos donde se manipulará el porcentaje de fibras de agave, para una estructura de concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y ensayada a los 28 días para analizar la resistencia a flexión y compresión del concreto. Su conclusión es que la cantidad correspondiente de fibra de agave es de 0,1% y la longitud es de 5,5 cm. Los valores obtenidos en el ensayo: la resistencia a la compresión es de 345,48 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a la flexión es de 41,64 kg/cm<sup>2</sup>, superando los valores específicos de la norma.

## **2.2. Bases teóricas.**

### **2.2.1. Pavimento**

El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura (MTC, 2013)

### **2.2.2. Tipos de pavimento**

Los pavimentos se pueden clasificar en pavimentos rígidos, flexibles y semirrígidos. (MTC, 2013)

### **2.2.3. Pavimento Flexible**

Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares. (MTC, 2013)

### **2.2.4. Pavimentos rígidos**

Los pavimentos rígidos consisten en losas de concreto apoyadas sobre la subrasante o, en su caso, sobre una sub base de material. La losa de concreto tiene una alta rigidez y un alto módulo de elasticidad, por lo que esta capa absorbe la mayor parte de los esfuerzos generados por la carga del vehículo, además, la carga se distribuye en un área muy amplia de la superficie de la carretera, lo que resulta en muy poca tensión de subrasante (MTC, 2013).

### **2.2.5. Pavimento semirrígido**

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto);

también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. (MTC, 2013).

#### **2.2.6. Subrasante**

La Subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado (MTC, 2013).

#### **2.2.7. Base**

Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o será tratada con asfalto, cal o cemento. (MTC, 2013).

#### **2.2.8. Subbase**

Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento (MTC, 2013).

### **2.2.9. El concreto**

El concreto de cemento portland es una mezcla constituida principalmente de agua, agregado fino, agregado grueso y aire, en proporciones idóneas para obtener ciertas propiedades específicas como la resistencia (Abanto, 2008).

### **2.2.10. Componentes del concreto**

El concreto está compuesto por: cemento, aire, agua, agregado grueso, agregado fino y aditivos. Cada uno de los componentes juega un papel importante en el comportamiento del concreto, brindando diversas propiedades que favorecen la resistencia del mismo. Así mismo se pueden realizar ensayos para verificar el cumplimiento de los requisitos para obtener un concreto de calidad y conducta adecuado según las especificaciones técnicas (Abanto, 2008).

### **2.2.11. El cemento**

El cemento está hecho de una mezcla de materiales de cal y arcilla y materiales que pueden contener sílice, aluminio y óxidos de hierro. El cemento es de color gris y luego se muele en una mezcla fina que tiene propiedades endurecedoras cuando se combina con agua (Abanto, 2008).

### **2.2.12. Agua**

El agua, como el cemento, es un material muy importante que permite que el cemento se adhiera a todos los materiales. Como ocurre con todos los tipos de cemento, el cemento requiere una gran cantidad de agua para hidratarse. El agua restante se usa solo para aligerar la pasta y puede actuar como un lubricante de relleno para asegurar una trabajabilidad

suficiente de la mezcla fresca. El agua residual es lo que queda en la mezcla. Cuando el concreto se endurece, se forman poros, lo que reduce su resistencia. Si se requiere una mezcla relativamente líquida, su fluidez debe por lo tanto lograrse no con agua, sino con aditivos suavizantes (Abanto, 2008, p. 7).

Especificación de la relación agua/cemento Para seleccionar la relación agua/cemento, consideramos la resistencia a la compresión requerida de su concreto, ya sea sin aire o aireado (Abanto, 2008).

### **2.2.13. Agregados**

El Estándar de Concreto Reforzado E060 del Código Nacional de Construcción define que el material retenido en la 4ta malla es agregado grueso, grava obtenida de la descomposición de roca, escombros o escombros. También define el material agregado fino obtenido como resultado de la descomposición de la piedra natural, como la arena (RNE-060, 2016).

#### **-Agregado fino**

Esto se llama arena o agregado triturado fino y es lo suficientemente pequeño para pasar a través de un tamiz de 3/8 de pulgada (9,5 mm) dentro de los límites estandarizados de NTP 400.037. (Abanto Castillo, 2017).

**Tabla 1:**

*Análisis granulométrico del agregado fino*

Malla	% QUE PASA
3/8"	100
N°4	95 - 100
N°8	80 - 100
N°16	50 - 85
N°30	25 - 60
N°50	10 - 30
N°100	2 - 10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037, 2002, p.9

**-Agregado grueso**

Grava gruesa o árido triturado resultante de la rotura natural o mecánica de la roca, son los materiales retenidos en la malla N° 4 (4,75 mm) de malla, los límites especificados en la norma NTP 400.037.

**Tabla 2:**

*Análisis granulométrico del agregado grueso*

huso	tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100mm (4")	90mm (3 ½ ")	75mm (3")	63mm (2½")	50mm (2")	37.5mm (1½")	25mm (1")	19.0mm (¾")	12.5mm (1/2")	9.0mm (3/8")	4.75mm (Nº4)	2.36mm (Nº8)	1.18mm (Nº16)	300µm (Nº50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ "a 1 ½ ")	100	90 a 100	.....	25 a 60	.....	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	63 mm a 37.5 mm (2½ "a 1 ½ ")	.....	.....	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	50 mm a 25.0 mm (2 "a 1 ")	.....	.....	.....	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	.....
357	50 mm a 4.75 mm (2 "a Nº4)	.....	.....	.....	100	95 a 100	.....	35 a 70	.....	10 a 30	.....	0 a 5	.....	.....	.....
4	37.5 mm a 9.0 mm (1 ½ "a ¾ ")	.....	.....	.....	.....	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ "a Nº4)	.....	.....	.....	.....	100	95 a 100	.....	35 a 70	.....	10 a 30	0 a 5	.....	.....	.....
5	25 mm a 12.5 mm (1 "a 1/2 ")	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	.....	.....	.....	.....
56	25 mm a 9.5 mm (1 "a 3/8 ")	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	.....	.....	.....
57	25 mm a 4.75 mm (1 "a Nº4)	.....	.....	.....	.....	.....	100	95 a 100	.....	25 a 60	.....	0 a 10	0 a 5	.....	.....
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8 ")	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	.....	.....	.....
67	19 mm 4.75 mm (3/4" a Nº4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	.....	20 a 55	0 a 10	0 a 5	.....	.....
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 "a Nº4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	.....	.....
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 "a Nº8)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	.....
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 "a Nº16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (Nº4 a Nº16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037, 2002, p.8

**2.2.14. Propiedades físicas del concreto**

**Rendimiento y consistencia**

Se define como "la facilidad con la que una determinada cantidad de material se puede mezclar en Concreto que luego se puede procesar, transportar y colocar con el mínimo esfuerzo y la máxima uniformidad en las condiciones específicas del sitio". (Rivva, 2000, p. 205).

Para medir la trabajabilidad, se realizó una prueba de Asentamiento utilizando una prensa de placa cónica con diámetros de 20 cm y 10 cm y una altura de 30 cm. (Abanto, 1995, p.47).

**Figura 1:**

*Ensayo de asentamiento.*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3:**

*Clases de mezcla según su consistencia*

<b>Consistencia</b>	<b>Slump</b>	<b>Trabajabilidad</b>	<b>Metodo de compactacion</b>
Seca	0-2"	Poco trabajable	Vibracion normal
Plastica	3"-4"	Trabajable	Vibracion Ligera
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto, 1995, p.49

- **Absorción**

“La absorción de agua es el aumento de la masa total causado por la presencia de agua en los poros del material, excluida el agua adherida a las superficies externas del material, expresado como porcentaje de la masa seca” (Rivva, 2000, p. 205).

- **Concreto en estado fresco**

El Concreto en esta etapa tiene un conjunto, que es una clasificación para calcular la consistencia del Concreto en relación con su fluidez. La prueba de asentamiento consiste en colocar concreto fresco en un cono truncado (cono de Abrams) con un diámetro superior de 4 pulgadas, un diámetro inferior de 8 pulgadas y una altura de 12 pulgadas. El suelo de relleno se divide en tres capas, y cada capa se usará. Se hace una barra de acero dulce con una sección transversal redonda con 25 punzones, cuya punta debe ser semiesférica, el radio debe ser igual al diámetro de la barra. . , y su longitud puede ser dos. Para las longitudes de 24" (60 cm) y 12" (30 cm), se eleva el cono de Abrams y se deja caer el Concreto fresco por gravedad para medir la longitud vertical y el valor de asentamiento entre la varilla y la combinación excéntrica (MTC E 701, 2016, p. 801)

### **2.2.15. Concreto en estado endurecido**

El Concreto se ha endurecido y las muestras de Concreto se han endurecido según la fecha prevista y se someten a una prueba de compresión. Antes de la prueba, debe quedar claro que de acuerdo con la norma ASTM C-470, los testigos de concreto se crearon colocando concreto en forma cilíndrica de tamaño 15 cm de diámetro x 30 cm de altura y llenándolo en 3 rondas a 25 golpes por minuto. capa y toque ligeramente. capa con un martillo de goma, y la última capa está terminada. Si encuentra que el concreto es menor, puede agregar un poco de concreto dentro de las 25 veces posteriores al golpeteo y luego rasparlo con una varilla. Esperar 20 minutos para que el Concreto en superficie sea más fácil de trabajar sin terminar con una curva ascendente y terminado con placa de aluminio (MTC E 702, 2016, p. 776). Después del curado, la muestra se traslada al entorno de curado durante al menos 20 horas. No más de 2 días, el desarrollo se hace inmediatamente, y de acuerdo al programa para mantener la cura, se suele optar por curar por 7, 14 y 28 días (MTC E 704, 2016, p. 794).

### **Propiedades principales del concreto endurecido**

El rendimiento del Concreto endurecido se divide en:

#### **a) Flexibilidad**

Es la capacidad del concreto para deformarse bajo carga porque no es un material elástico en ninguna parte de su diagrama de carga-deformación. Un módulo de elasticidad típico está entre 250.000 y 350.000 kgf/cm<sup>2</sup> y está directamente relacionado con la resistencia a la compresión e inversamente proporcional a la relación agua-cemento (Pasquel, 1999).

## **b) Resistencia**

Es la capacidad del Concreto para soportar cargas y fuerzas y es la mejor expresión de la resistencia a la compresión en relación con la resistencia a la tracción. La concentración de la relación agua-cemento en la lechada, la temperatura, el tiempo, el tipo y propiedades del cemento utilizado y la calidad de los agregados son factores que afectan directamente la resistencia (Pasquel, 1999).

### **Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión del Concreto, como su nombre indica, se refiere a la capacidad del Concreto para resistir los fenómenos de compresión comunes a todos los materiales utilizados para el desarrollo estructural. Comience con la estructura de la red (Hernández et al., 2018, p. 2).

#### **Tabla 4:**

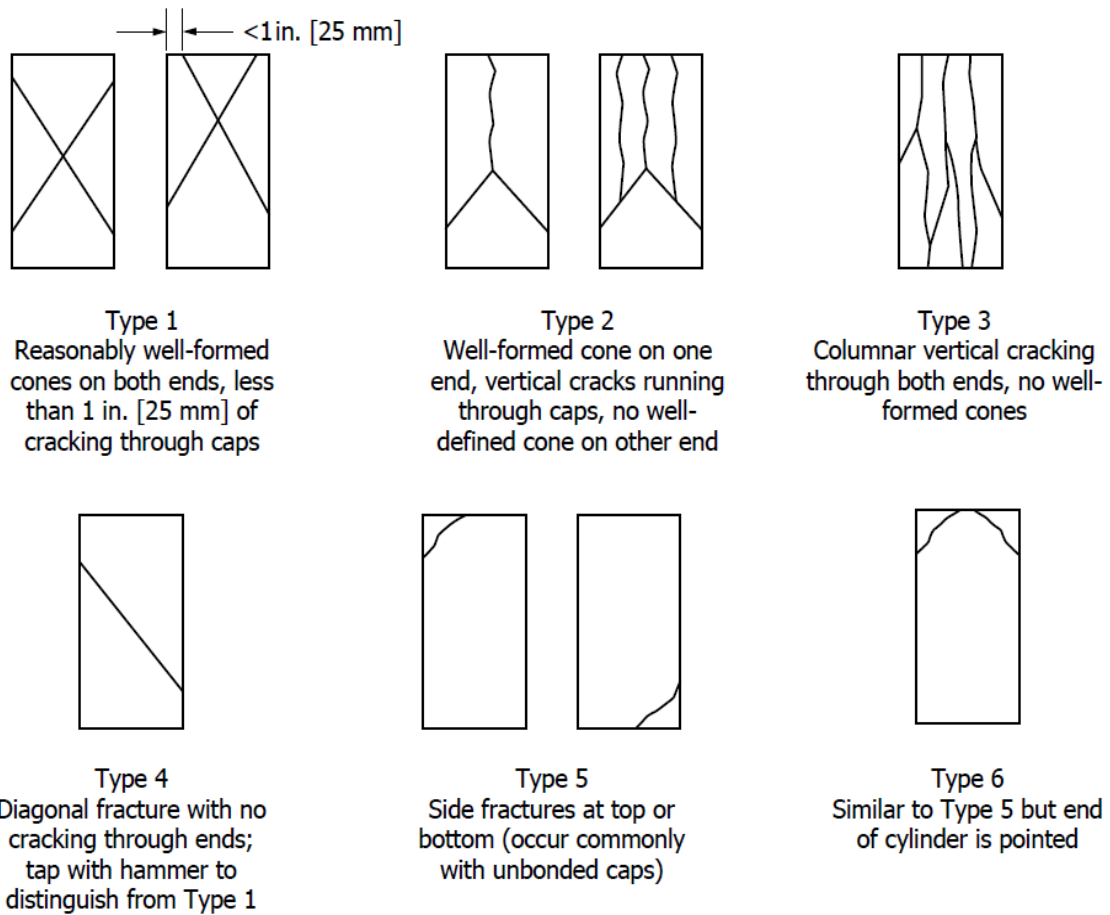
*Resistencia del concreto según días de curado*

<b>Días</b>	<b>Resistencia mínima (%)</b>
7d	70
14d	85
21d	95
28d	100

Fuente: Instituto Americano del concreto (2014)

## Figura 2:

Esquema de patrones de fractura típicos en ensayos de Resistencia



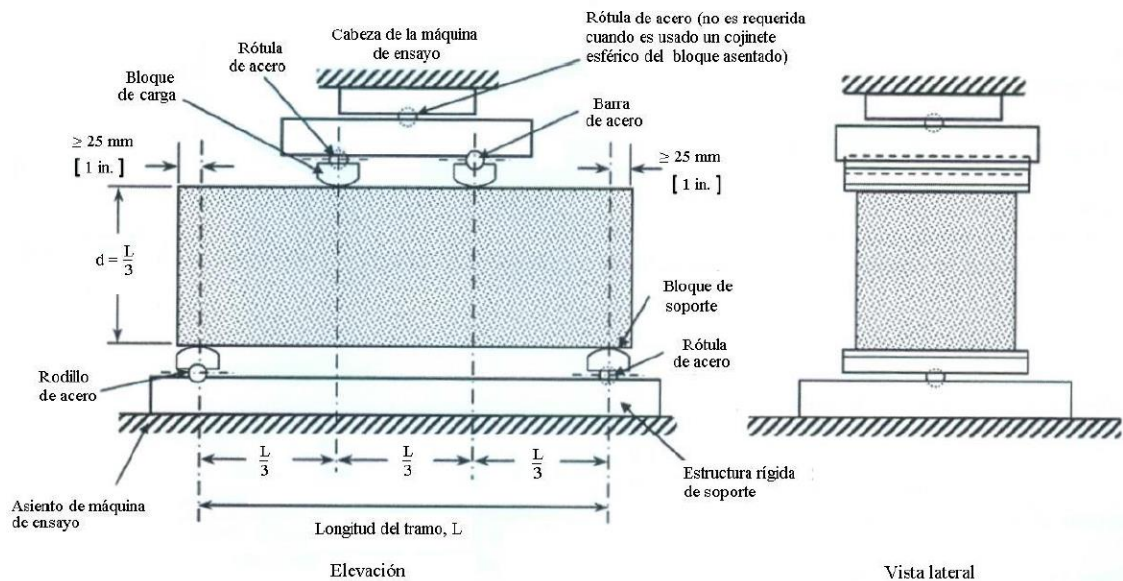
Fuente: Instituto Americano del concreto (2014)

### Resistencia a la flexión

"La resistencia a la flexión es una medida del daño a una losa de concreto no reforzado, expresada como módulo de ruptura (MPA) y determinada por la prueba ASTM C78". (NRMCA, 2000).

**Figura 3:**

*Esquema del equipo para ensayo de módulo de rotura.*



Fuente: Norma Técnica Peruana 339.078, (2012).

### **c) Extensibilidad**

Es la propiedad de no fisuración del Concreto la que depende del flujo elástico y plástico causado por la deformación del Concreto bajo carga constante. Bajo condiciones normales, las grietas visibles ocurren a una deformación de 0.003 unidades (Pasquel, 1999).

### **d) Permeabilidad**

Esta propiedad está relacionada con la cantidad de fluido que migra a través de los poros del material durante un período de tiempo.

#### **2.2.16. Fibra**

La norma ASTM define las fibras como "cualquier material fino natural o fabricado en forma de filamentos, redes o cuerdas que se pueden distribuir en el Concreto fresco" (ASTM, 2003).

- **Tipos de fibra**

Según el tiempo de uso se clasifican en fibras húmedas y secas.

- **Fibras Húmedas**

Son aquellas fibras que se consiguen de la planta en etapa inicial de su proceso de maduración (Giraldo, 2020)

- **Fibras secas**

Son aquellas fibras que se obtienen de las plantas en etapa final de la planta o se somete a su secado (Giraldo, 2020)

- **Formas de fibra**

Las fibras según su forma se clasifican según su forma en longitudinal y transversal (Giraldo, 2020)

- **Fibras Naturales**

Las fibras naturales provienen de la naturaleza, se pueden obtener de plantas o animales. Las fibras naturales se han utilizado para fortalecer materiales de construcción frágiles desde la antigüedad, un ejemplo de ellos es la paja que se usa como refuerzo para el adobe y el aster para mortero y yeso (ASTM, 2003).

- **Fibras específica**

Agave Sisalana

Las hojas de agave “pueden transformarse en fibras y convertirse en subproductos como cuerda, ropa, medicina, papel códex, cuya punta se usa para hacer clavos” (Giraldo, 2020).

**Tabla 5:***Estructura de la hoja de Agave Sisalana*

<b>Componente</b>	<b>% en la Hoja</b>	<b>Usos</b>
Fibra	17	En la industria textil, construcción
Jugo	63	Extracción de esteroides
Estopa	8	Para papel
Bagazo	12	Material de construcción, abonos

Fuente: Ministerio de agricultura y desarrollo rural

**Tabla 6:***Propiedades de la hoja de Agave Sisalana*

<b>N°</b>	<b>PROPIEDADES DEL AGAVE</b>	<b>RESULTADOS</b>
1	Longitud	30-60mm
2	Diámetro	20+-1.2 um
3	Esfuerzo de tensión	381+-23.6Mpa
4	Color	Crema, blanco
5	Densidad	1.0-1.5 gr/cm3
6	Módulo de elasticidad	28.5+-1.8 Gpa

Fuente: Concreto Reforzado con Fibras de Sisalana (2022)

**Figura 4:**

*Planta de Agave Sisalana.*



Fuente: elaboración propia

**- Fibras de Agave Sisalana**

Las fibras se extraen de las hojas carnosas de la planta mediante un proceso específico de ablandamiento de las hojas y separación de las fibras. Se remojan en agua durante unos días y luego se someten al proceso de trituración y frotamiento (golpe) con un palo a mano y/o máquina. Cuando se obtienen las fibras: Las fibras se obtienen con residuos y color amarillento sucio. En el proceso de lavado y eliminación de suciedad: se lava las fibras con jabón, batir o raspar las impurezas con una cuchara o un filo para finalmente continuar con el secado de las fibras (Carlos et al., 2009).

## **Figura 5:**

### *Obtención de fibras de Agave Sisalana*



Fuente: Elaboración propia

## **2.3. Marco conceptual.**

### **2.3.1. Agregado fino**

El agregado fino es un tipo de arena obtenida por descomposición natural o artificial, o una combinación de ambas, que pasa por un tamiz NTP de 9,5 mm (3/8”) y cumple con la norma NTP 400.037.

### **2.3.2. Agregado grueso**

El agregado grueso es grava natural o piedra triturada (fragmentos) o relleno metálico contenido en NTP 4,754 mm (No. 4) malla a NTP 400,037.

### **2.3.3. Cemento portland**

Según la NTP 334.009 o NTP 334.090, es un cemento hidráulico obtenido por trituración de clínker y que contiene principalmente calcio hidráulico, generalmente sulfato de calcio y finalmente caliza.

#### **2.3.4. Aditivos**

Es un material que se puede utilizar como componente del Concreto para cambiar una o parte de sus propiedades.

#### **2.3.5. Concreto**

Una mezcla hidráulica de cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y, en ocasiones, aditivos.

#### **2.3.6. Diseño de mezcla del concreto**

Es el proceso de elegir el elemento más adecuado y la combinación más conveniente y económica para un metro cúbico de Concreto con el fin de obtener un Concreto de suficiente trabajabilidad y consistencia en estado fresco; y en estado endurecido cumple con las especificaciones técnicas de la obra (Rivva, 2013).

#### **2.3.7. Propiedades mecánicas del concreto**

Ambas son propiedades del Concreto endurecido y están relacionadas con la resistencia.

#### **2.3.8. Resistencia del concreto**

Es la carga máxima que el concreto puede soportar sin agrietarse.

#### **2.3.9. Durabilidad del concreto**

Es la capacidad del Concreto para mantener sus propiedades a lo largo del tiempo.

#### **2.3.10. Tenacidad**

La capacidad de un material para no deformarse o romperse bajo tensión. Las propiedades duras son lo opuesto a las propiedades frágiles.

### **2.3.11. Rigidez**

La rigidez es una medida cuantitativa de la capacidad de un elemento estructural para soportar fuerzas aplicadas o externas sin grandes deformaciones.

### **2.3.12. Resistencia al impacto**

La resistencia al impacto es una de las propiedades mecánicas del Concreto, definida como la resistencia a la fractura provocada por el impacto de la carga.

### **2.3.13. El concreto**

El concreto es un material de construcción hecho por el hombre y fabricado a partir de una combinación de cemento portland, agua, agregados finos y gruesos en proporciones apropiadas y debidamente mezclados; se pueden agregar aditivos, aditivos y mezclas de fibras(Rivva, 2000).

### **2.3.14. Curado**

El Concreto recién vertido se trata para garantizar la disponibilidad constante de agua para que pueda producirse una reacción química entre el cemento y el agua.

### **2.3.15. Agave Sisalana**

Según Ratikant (1995), el Agave sisalana es "una de las fuentes más importantes de fibras duras, en algunos países incluso más importantes. La fibra se utiliza de muchas maneras, como la fabricación de cuerdas y tejidos, el relleno de muebles y el papel". (pág. 125).

### **III. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Enfoque.**

Cuando hablamos de investigación cuantitativa, damos por sentado el campo de la estadística en el que se basa este enfoque y analizamos la realidad objetiva utilizando medidas numéricas y análisis estadístico para determinar predicciones en lugar de patrones de comportamiento en la pregunta en cuestión (Hernández, 2014)

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, ya que los dispositivos preparados de acuerdo a los objetivos planteados son sometidos a pruebas de laboratorio que determinarán cuantitativamente las características y propiedades.

#### **3.2. Alcance (correlacional)**

La investigación actual, por su propia naturaleza, que manipula intencionalmente variables independientes para analizar sus efectos y consecuencias, se basa en la correlación característica. Estos estudios van más allá de la descripción de conceptos, es decir, pretenden responder si una variable tiene (Hernández, 2014, pg.95).

#### **3.3. Diseño de investigación**

Es decir, un diseño experimental “se utiliza cuando el investigador pretende determinar los posibles efectos de una causa manipulada” (Hernández, 2014, pg.130).

El diseño de investigación de este proyecto de investigación fue experimental en el que se manipuló la variable independiente fibra de Agave para observar su efecto sobre la variable dependiente resistencia mecánica del concreto.

### **3.4. Población y muestra.**

#### **Población**

Es un conjunto de individuos, organizaciones, documentos, elegidos como unidad de análisis para estudiar el comportamiento o efectos de la variable objeto de estudio (Moreno, 2007).

Para la presente investigación se tiene como población todas las probetas con y sin adición de fibras de Agave Sisalana en total son 72 probetas a ensayarse.

#### **Muestra**

La muestra es un subconjunto del total que pertenece a la población de estudio, del cual se obtendrá la información para el desarrollo de la investigación, de la cual se podrá medir y observar las variables (Moreno, 2007).

La muestra es igual a la población, que equivale a 72 probetas que está conformado según la norma ASTM C-78 Y NTP 339.034 y en base a los antecedentes señalados en la presente investigación, de las cuales 54 son probetas y 18 vigas. Las cuales se obtendrán del Jr. Lizardo Montero Cuadra N°07 y 08, en el distrito de Ayacucho.

### **3.5. Hipótesis.**

#### **3.5.1. Hipótesis general.**

- a) Existe influencia favorable de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

### 3.5.2. *Hipótesis específicas.*

- a) Existe influencia positiva de la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.
  
- b) La adición de fibras de Agave Sisalana afectan positivamente a la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.
  
- c) Existe influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

## 3.6. Operacionalización de variables

### 3.6.1. *Variables*

**-Variable independiente(X):** Fibra de Agave Sisalana

**-Definición conceptual:** Según Ratikanta, (1995). Las fibras de agave Sisalana "es una de las fuentes más importantes de fibras duras que se utiliza de diferentes maneras, como la fabricación de cuerdas y tejidos, el relleno de muebles y el papel" (p.125).

**-Definición Operacional:** Las fibras de Agave Sisalana, con diferentes porcentajes será adicionado a la mezcla para elaborar concreto para pavimento rígido.

**-Dimensiones:** Proporción

**-Indicador:** Porcentaje

**-Escala:** Razón

**-Variable dependiente(y):** Resistencia mecánica del concreto

**-Definición conceptual:** Las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido abarcan aquellas cualidades que se pueden identificar a través de ensayos, mediciones, que dependen de los materiales, proceso de elaboración y curado (Rivera 2013).

**-Definición Operacional:** Las propiedades físicas y mecánicas del concreto se medirán a través de ensayos.

**-Dimensiones:** Propiedades físicas y Propiedades mecánicas

**-Indicador:** Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) y Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)

**-Escala:** Razón

**Tabla 7:**

*Operacionalización de variables*

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESC.
V.I	Fibras de agave Sisalana	El agave sisalana "es una de las principales fuentes de fibras duras, especialmente en algunos países. La fibra se utiliza de diversas formas, como la fabricación de cuerdas y tejidos, relleno de muebles y papel" (Ratikanta,1995, p.125).	Las fibras de Agave Sisalana, con diferentes porcentajes será adicionado a la mezcla para elaborar concreto para pavimento rígido.	Proporción	Porcentaje	Razón
V.D	Resistencia física y mecánica del concreto	Las propiedades mecánicas del concreto abarcan aquellas cualidades que se pueden identificar a través de ensayos, mediciones, que dependen de los materiales, proceso de elaboración, cuidado que se tenga (Rivera 2013).	Las propiedades físicas y mecánicas del concreto se medirán con ensayos.	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	Consistencia (pulg)  -Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) -Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón

Fuente: Elaboración propia

### **3.7. Técnicas e instrumentos.**

Las Muestras (Bloque y/o testigos hechos sin y con incorporación de fibras de Agave Sisalana), se someten a ensayos en laboratorio de acuerdo a los requerimientos de la Norma Técnica, las cuales son:

- Consistencia y trabajabilidad.
- Peso unitario.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la flexión.

Esto se logrará a través de técnicas de observación en el laboratorio, ya que el dispositivo se utilizará para ayudar en el registro y no habrá lecturas falsas. El investigador es la persona interesada en recopilar todos los datos. Por otro lado, para ello se utilizarán dispositivos y equipos, se utilizarán dispositivos que facilitarán el registro sin errores de lectura, ellos son:

- Cámara.
- Marcadores: utilizados para medir cambios dimensionales.
- Peso: mide el peso de los adoquines producidos.

La recolección de datos se realiza utilizando formatos validados por expertos que entienden el campo de la ingeniería, así como formatos que serán validados por laboratorios de seguros. El formato de recolección de datos sobre las propiedades físicas y mecánicas del agave cumplirá con las normas vigentes de cambio dimensional, absorción y resistencia a la compresión.

### **3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.**

#### **3.8.1. Descriptiva e inferencial**

Las estadísticas descriptivas se utilizan para representar gráficamente y comparar datos de prueba. Se utilizaron estadísticas inferenciales para determinar si había una diferencia entre las pruebas de compresión y rendimiento.

#### **3.8.2. Paquetes estadísticos**

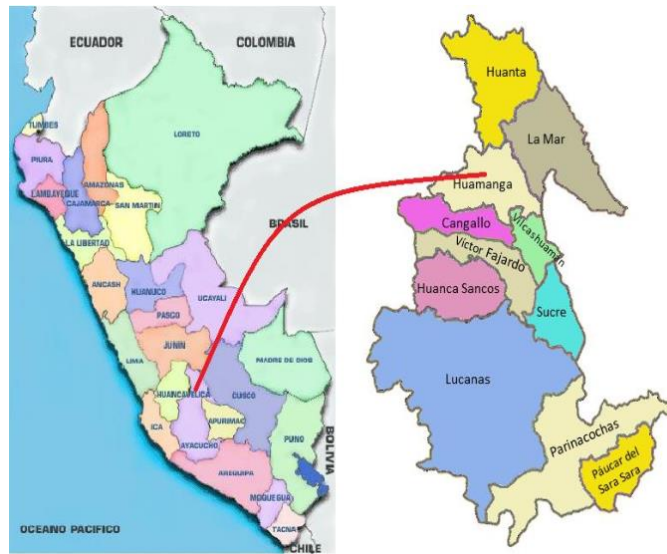
Se utilizó el programa Microsoft Excel 2016 y el software SPSS v.26 para organizar, presentar y analizar los resultados de las pruebas para garantizar la confiabilidad del procesamiento de datos con la ayuda de pruebas estadísticas. La técnica de procesamiento de la información será el análisis estadístico, el cual es muy importante para evaluar los resultados obtenidos, ya que permite determinar la confiabilidad de los valores obtenidos de las pruebas y en función de los parámetros, al estadístico. capaz de evaluar los resultados.

### **3.9. Desarrollo del trabajo de tesis.**

El estudio se realizó utilizando agregados suministrados por la planta de procesamiento de minerales “Cachi-La Moderna” en la cantera, ubicada a 30 minutos de la ciudad de Huamanga en las coordenadas 583657.05mE, 8553406.34Nm.

**Figura 6:**

*Mapa del Perú y del departamento de Ayacucho*



**Fuente:** Municipalidad Provincial de Huamanga (2023)

**El agave Sisalana** se obtuvo de la zona conocida como Huatatas en la provincia de Huamanga de la región Ayacucho, donde el material se llevó al laboratorio para la elaboración de las fibras de Agave para emplearlos en os diferentes ensayos correspondientes:

**Figura 7:**

*Obtención del Agave Sisala*



**Fuente:** Elaboración propia

## **Situación geográfica**

El área de la provincia de Huamanga es de 2981.37 kilómetros cuadrados, coordenadas geográficas: 13°09'26" LS, 74°13'22" LO, altitud mínima y máxima de 2500 a 2800 msnm. (Gobierno Municipal de la Provincia de Huamanga, 2023).

## **Clima**

Según el piso ecológico Estepa espinoso - Montano Bajo subtropical entre ellos la zona templada tiene un clima seco y frío con una precipitación media anual de 250 a 500 mm. La temperatura media anual oscila entre los 12°C y los 15°C. (Gobierno Municipal de la Provincia de Huamanga, 2023).

Para llevar a cabo este estudio, se partió de la caracterización del agregado y la adición de fibras de Agave para determinar el porcentaje óptimo de adición y obtener resultados para su uso en el diseño de concretos para pavimentos rígido. Rigidez, luego detallamos los resultados del análisis granulométrico de los agregados y sus propiedades físicas.

### **a) Análisis Granulométrico**

#### **Granulometría del agregado grueso**

La tabla se puede utilizar para verificar que la clasificación de agregado grueso utilizada en la fabricación de las probetas cumpla con las especificaciones de MTC E 204 utilizando una muestra de 4863.0 gr y con un tamaño nominal de 3/4”.

**Figura 8:**

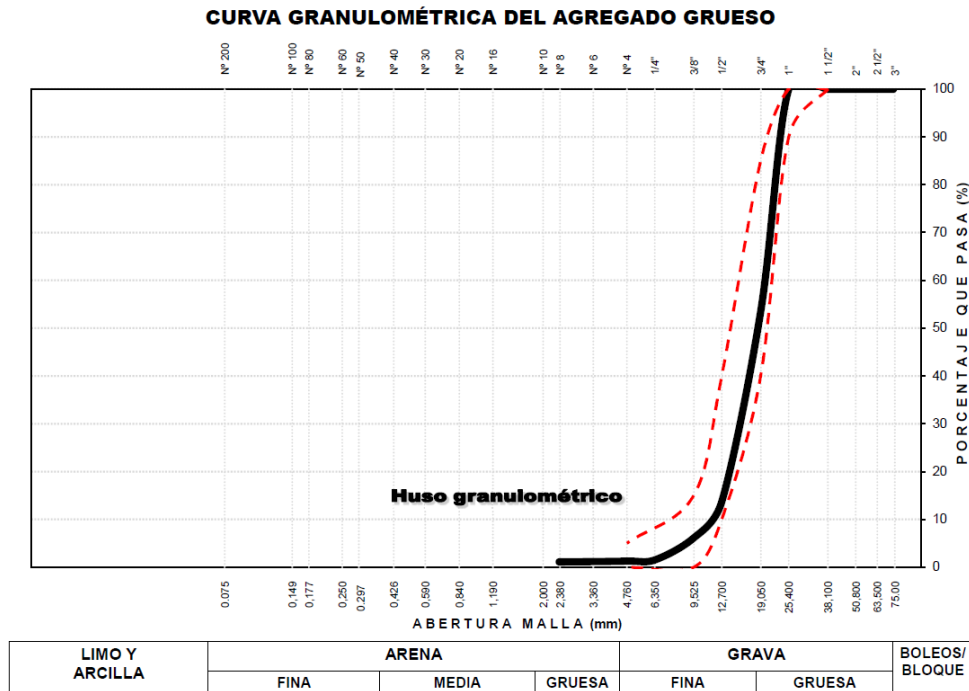
*Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso*

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>	
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		Peso seco inicial 4863.0	
2"	50.800	-	-	-	100.00		Peso seco lavado 4821.0	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	100 - 100	Pérdida por lavado 42.0	
1"	25.400	-	-	-	100.00	90 - 100	<b>ENSAYOS ESTANDAR</b>	
3/4"	19.000	2,265.89	46.59	46.59	53.41	40 - 85	% Grava 98.7	
1/2"	12.700	1,930.83	39.70	86.30	13.70	10 - 40	% Arena 0.4	
3/8"	9.500	368.39	7.58	93.87	6.13	0 - 15	<b>% de Finos</b>	
1/4"	6.350	223.85	4.60	98.48	1.52		D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> = 11.1367	
Nº 4	4.760	12.76	0.26	98.74	1.26	0 - 5	D <sub>30(mm)</sub> = 15.2862	
Nº 8	2.360	7.92	0.16	98.90	1.10		D <sub>60(mm)</sub> = 19.9058	
Nº 10	2.000	0.66	0.01	98.92	1.08		Cu = 1.79	
Nº 16	1.100	1.21	0.02	98.94	1.06		Cc = 1.05	
Nº 30	0.590	2.09	0.04	98.98	1.02		D <sub>15(mm)</sub> = 12.9061	
Nº 40	0.425	1.10	0.02	99.01	0.99		D <sub>50(mm)</sub> = 18.4597	
Nº 50	0.297	0.99	0.02	99.03	0.97		D <sub>85(mm)</sub> = 23.3397	
Nº 100	0.149	2.64	0.05	99.08	0.92		Clasificación SUCS GP	
Nº 200	0.075	2.64	0.05	99.14	0.86		<b>GRAVA MAL GRADUADA</b>	
Lavado		42.02	0.86	100.00	-		Modulo de Fineza 7.34	
<b>TOTAL</b>		<b>4863.0</b>	<b>100.0</b>				Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr) 6.70	
Tamaño Máximo (Pulg) = 1		Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4						

Fuente: CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

**Figura 9:**

*Curva granulométrica del agregado grueso*



Fuente: CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

Como se puede apreciar en la curva granulométrica, cumple con las especificaciones de la Norma 400.037 y ASTM C 33.

### Granulometría del agregado fino.

De igual manera, los agregados finos se midieron de acuerdo a las normas ASTM C33 y NTP 400.037 para determinar el módulo de finura y porcentaje retenido.

**Figura 10:**

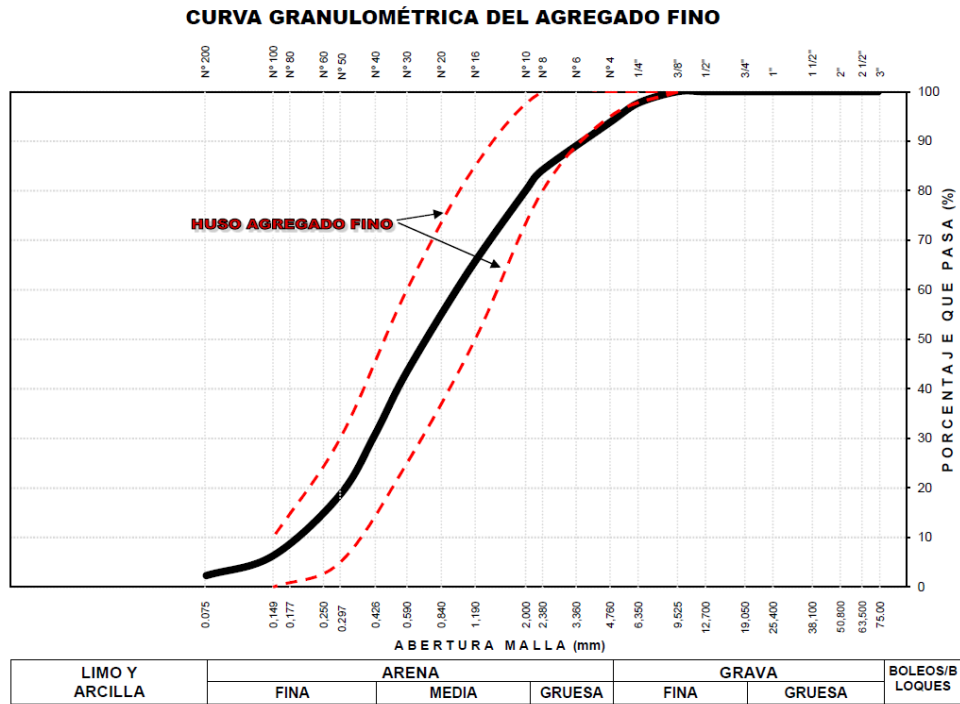
*Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino*

	TAMIZ	Abertura	PESO (gr)	% RETEN	% RETEN	% QUE	HUSO	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
	ASTM	(mm)	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	NTP 400.037		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b>	
	2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			Peso seco inicial 1513.7
	2"	50.800	-	-	-	100.00			Peso seco lavado 1477.9
	1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		Pérdida por lavado 35.9	
	1"	25.400	-	-	-	100.00		<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
	3/4"	19.000	-	-	-	100.00			% Grava 6.2
	1/2"	12.700	-	-	-	100.00		% Arena 91.5	
	3/8"	9.500	-	-	-	100.00	100	<b>% de Finos</b> 2.3	
	1/4"	6.350	35.75	2.34	2.34	97.66		D <sub>10</sub> = D <sub>e(mm)</sub> = 0.1933	
	Nº 4	4.760	58.74	3.85	6.19	93.81	95 - 100	D <sub>30</sub> = 0.4164	
	Nº 8	2.360	148.94	9.75	15.94	84.06	80 - 100	D <sub>60(mm)</sub> = 1.0131	
	Nº 10	2.000	62.04	4.06	20.00	80.00		Cu = 5.24	
	Nº16	1.100	253.55	16.60	36.60	63.40	50 - 85	Cc = 0.89	
	Nº 30	0.590	304.81	19.96	56.55	43.45	25 - 60	D <sub>15(mm)</sub> = 0.2534	
	Nº 40	0.425	192.83	12.62	69.18	30.82		D <sub>50(mm)</sub> = 0.7575	
	Nº 50	0.297	186.23	12.19	81.37	18.63	5 - 30	D <sub>85(mm)</sub> = 2.5906	
	Nº 100	0.149	188.21	12.32	93.69	6.31	0 - 10		
	Nº 200	0.075	60.50	3.96	97.65	2.35		Clasificación SUCS SP	
	Lavado		35.86	2.35	100.00	0.00		<b>ARENA MAL GRADUADA</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>1,527.46</b>	<b>100.00</b>						
	<b>Módulo de Fineza = 2.90</b>		<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/gr) = 56.0</b>						

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

**Figura 11:**

*Curva granulométrica del agregado fino*



**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

La fracción de agregado fino se determina de acuerdo a las normas NTP 400.037 y MTC E 204, y se recomienda lavar la arena fina cuyo módulo de finura es de 2.90.

**Contenido de humedad de los agregados.**

Se determina de acuerdo a las normas ASTM D-2216 y MTC E 215, cuyo valor representa la cantidad de agua en el agregado, expresada en porcentaje de acuerdo a:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

**Donde:**

P= Humedad de la muestra (%)

W=Peso húmedo de la muestra (gr)

D=Peso seco de la muestra (gr)

**Tabla 8:***Contenido de humedad del agregado grueso*

<b>HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>Agregado Grueso</b>	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	2,373.40	2,712.60
Peso Seco de la muestra (gr)	2,354.26	2,691.81
Peso del agua en la muestra (gr)	19.14	20.79
Contenido de Humedad (%)	0.81	0.77
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		<b>0.79</b>
% de absorción		<b>1.01</b>
Absorción Efectiva (%)		0.22
Humedad Superficial (%)		-

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)**Tabla 9:***Contenido de humedad del agregado fino*

<b>HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL</b>		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>Agregado Grueso</b>	
Peso Húmedo de la muestra (gr)	678.77	929.85
Peso Seco de la muestra (gr)	644.34	889.15
Peso del agua en la muestra (gr)	34.43	40.70
Contenido de Humedad (%)	5.34	4.58
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		<b>4.96</b>
% de absorción		<b>2.86</b>
Absorción Efectiva (%)		-
Humedad Superficial (%)		2.10

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

El contenido de humedad de los agregados se determinó la cual se colocará en la mezcladora para mantener constante la relación agua cemento, trabajabilidad y consistencia seleccionadas para el diseño de mezclas.

**Tabla 10:***Porcentaje de vacíos*

<b>PORCENTAJE DE VACIOS</b>		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>Agregado Grueso</b>	<b>Agregado Fino</b>
Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,399	1,692
Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,541	1,862
Gravedad Especifica de Masa	2.68	2.70
Peso de los Solidos (gr)	2,677	2,697
Porcentaje de Vacíos (%) Agregado suelto	47.7	37.3
Porcentaje de Vacíos (%) Agregado varillado	42.4	31.0

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)**Peso unitario de los agregados.**

Se determinan de acuerdo al procedimiento establecido por la NTP 400.017 y la MTC E 203, se realizaron los procedimientos para realizar los cálculos de pesos unitarios secos y compactados de los agregados de acuerdo a la normativa señalada.

**Tabla 11:***Peso unitario suelto y compactado del agregado fino*

<b>AGREGADO FINO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
<b>N.º DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo N.º 01</b>	<b>Ensayo N.º 02</b>
A Peso Molde(gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde(gr)	7,477.0	7,470.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,764.0	4,757.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,693	1,690
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,692</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
<b>N.º DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo N.º 01</b>	<b>Ensayo N.º 02</b>
A Peso Molde (gr)	2,713.0	2,713.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,956.0	7,948.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5,243.0	5,235.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,814.0	2,814.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,863	1,860
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,862</b>	

Fuente: CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

**Tabla 12:**

*Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso*

<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)</b>		
<b>N.º DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo N.º 01</b>	<b>Ensayo N.º 02</b>
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	<b>20,500.0</b>	<b>20,519.0</b>
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	13,193.0	13,212.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,398	1,400
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,399</b>	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO</b>		
<b>Nº DE ENSAYO</b>	<b>Ensayo Nº 01</b>	<b>Ensayo Nº 02</b>
A Peso Molde (gr)	7,307.0	7,307.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	<b>21,854.0</b>	<b>21,842.0</b>
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	14,547.0	14,535.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	9,434.3	9,434.3
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,542	1,541
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,541</b>	

Fuente: CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

El peso unitario del material mineral determinará el volumen absoluto del árido, que en este caso cumple con la norma que establece que el peso unitario del árido está entre 1,50 gr/cm<sup>3</sup> y 1,70 gr/cm<sup>3</sup>.

### **Granulometría del agregado global**

De la tabla se puede confirmar que el tamaño de partícula total (árido grueso y fino) utilizado en la fabricación de probetas fue clasificado en las especificaciones NTP y MTC E 204 con un porcentaje de grava 56.2% y arena 42.3%, finos 1.55 % . Adicionalmente, SUCS la clasifica como una grava arenosa de baja ley con un tamaño máximo nominal de 3/4" y un módulo de finura de 5.30.

**Tabla 13:**

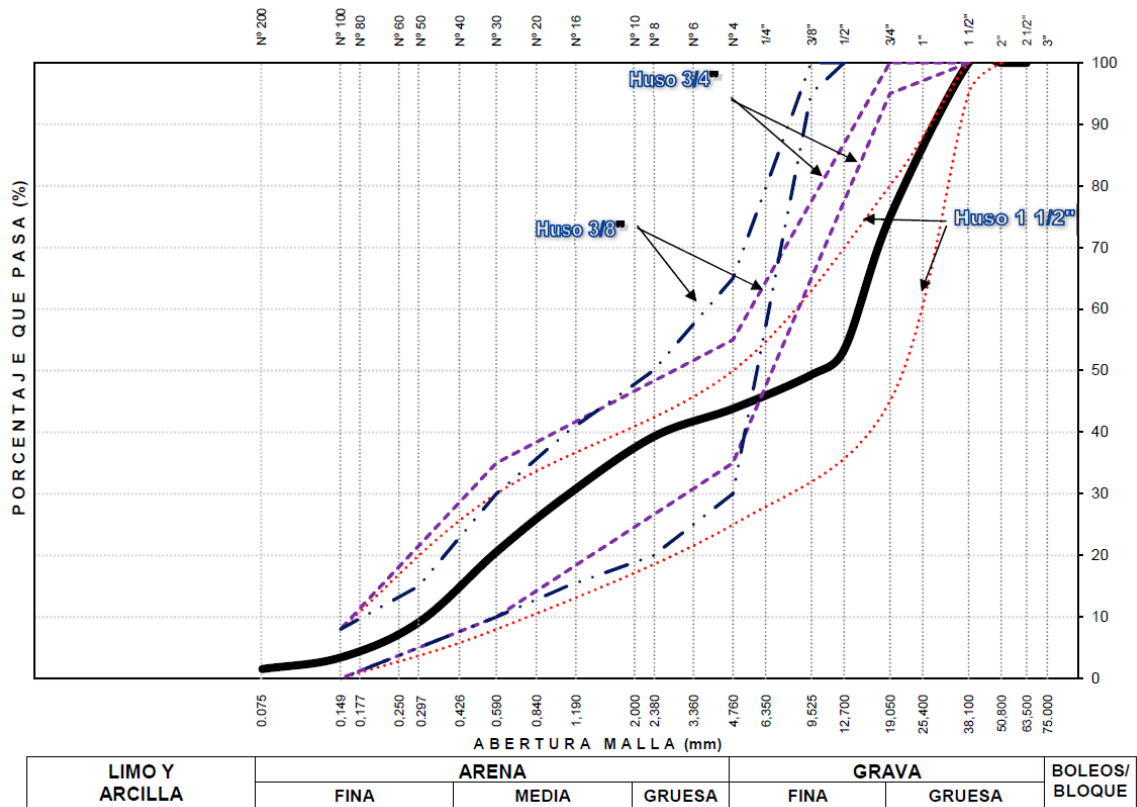
*Granulometría del agregado global*

	TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00		<b>RESULTADOS</b> % Grava = 56.2 % Arena = 42.3 % de Finos = 1.5 - D <sub>10</sub> = D <sub>60(mm)</sub> = 0.3176 D <sub>30(mm)</sub> = 1.1310 - U <sub>60(mm)</sub> = 14.6398 - Cu = 46.1 - Cc = 0.3 D <sub>15(mm)</sub> = 0.4331 - D <sub>50(mm)</sub> = 10.0415 - D <sub>85(mm)</sub> = 21.5846 Clasificación SUCS = <b>GP</b> GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA Tamaño Maximo = 1" Tamaño Maximo Nominal = 3/4" Módulo de Fineza = 5.30
	2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00		
	2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	-	
	1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	<b>100</b> <b>100</b>	
	1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	-	
	3/4"	19.000	53.41	100.00	25.2	74.84	<b>95</b> <b>100</b>	
	1/2"	12.700	13.70	100.00	46.6	53.40	-	
	3/8"	9.500	6.13	100.00	50.7	49.31	-	
	1/4"	6.350	1.52	97.66	54.3	45.75	-	
	Nº 4	4.760	1.26	93.81	56.2	43.83	<b>35</b> <b>55</b>	
	Nº 8	2.360	1.10	84.06	60.7	39.26	-	
	Nº 10	2.000	1.08	80.00	62.6	37.39	-	
	Nº 16	1.100	1.06	63.40	70.3	29.74	-	
	Nº 30	0.590	1.02	43.45	79.5	20.53	<b>10</b> <b>35</b>	
	Nº 40	0.425	0.99	30.82	85.3	14.71	-	
	Nº 50	0.297	0.97	18.63	90.9	9.10	-	
	Nº 100	0.149	0.92	6.31	96.6	3.40	-	
Nº 200	0.075	0.86	2.35	98.5	1.55	-		
% según analisis del Agregado Global			% del A.G. =	54.0	% del A.F. =	46.0		

Fuente: CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

**Figura 12:**

*Curva granulométrica del agregado global*



Fuente: CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

## Diseño de mezcla del concreto para pavimento rígido

El diseño de proporciones de mezcla se realiza de acuerdo a ACI 211, y se determina la cantidad de materiales necesarios para preparar  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  de concreto para pavimento rígido y satisfacer totalmente la composición del concreto. Según el concreto dado en la tabla. Para la cantidad de fracciones se reemplaza el cemento por porcentajes de fibras de Agave sisalana de 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, con respecto en el peso del cemento.

### 1. Determinación de la resistencia promedio.

De acuerdo con la normativa ACI, la resistencia requerida  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  durante 28 días, se obtiene una resistencia requerida  $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 14:**

*Resistencia requerida  $f'cr$*

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'cr + 70$
210 a 350	$f'cr + 84$
Mayor a 350	$f'cr + 98$

Fuente: Comité ACI 211

### 2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado.

Se utilizó el agregado de la cantera del rio cachi (La moderna) cuya graduación nominal máxima es  $\frac{3}{4}$ ".

### 3. Selección del asentamiento.

Según las condiciones de colocación se asumió una consistencia plástica de 3" a 4".

**Tabla 15:***Valores de consistencia y asentamientos*

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	>= a 5"

Fuente: comité ACI 211

**4. Volumen unitario del agua.**

Se determinó que la capacidad de sedimentación de una unidad de volumen de agua en la mezcla sin incorporación de aire sea de 3" a 4" con agregados de hasta ¾" de tamaño.

**Tabla 16:***Volumen unitario del agua*

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

Fuente: comité ACI 211

**5. Contenido del aire.**

Teniendo en cuenta que el Concreto para pavimento está expuesto a la intemperie, se tiene en cuenta un contenido de aire del 2%.

**Tabla 17:***Porcentaje de aire atrapado según TMN*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso (TMN)	Aire atrapado (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: comité ACI 211

**6. Relación agua cemento.**

Se tiene en cuenta la meteorización, por lo que la relación agua-cemento es de 0,56 a  $f'c = 294 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 18:***Relación agua cemento*

Resistencia a la compresión a los 28 días ( $F'_{cr}$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	...
400	0.43	...
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: comité ACI 211

**7.0 Factor cemento.**

Se determina dividiendo el volumen unitario y la relación agua cemento.

$$Cemento = \frac{205}{0.56} = 367.1 \text{ kg/m}^3$$

## 8.0 Cálculo de volúmenes absolutos.

El volumen absoluto viene determinado por el peso obtenido del cemento, el agua y el agregado grueso

**Tabla 19:**

*Resumen de materiales seleccionados secos por m3 de concreto*

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO						
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	815.1	949.7	205.0	-	2337.0

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

**Tabla 20:**

*Dosificación en peso seco*

f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)/bls
210	Resistencia	1.00	2.22	2.59	23.7	-

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

**Tabla 21:**

*Resumen de materiales húmedos por m3 de concreto*

Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	855.6	957.3	190.0	-	2369.9

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

**Tabla 22:**

*Dosificación en volumen húmedo por m3 de concreto*

Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)
210	8.64	0.48	0.68	205.0	190.0	-

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

### c) Dosis de diseño de fibra de agave en lugar de cemento

Se prepararon moldes utilizando diferentes porcentajes de fibras de Agave Sisalana y se pesaron las cantidades requeridas para cada proporción junto con los agregados y el cemento.

**Tabla 23:**

*Dosificaciones con fibras de Agave Sisalana*

% AGAVE SISALANA	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREG. FINO (kg)	AGREG. GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS AGAVE SISALANA (gr)	DE	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
0%	210	367.12	815.14	949.72	205	-		2337.0
1%	210	367.12	811.18	945.11	205	3671.20		2332.1
2%	210	367.12	807.22	940.49	205	7342.41		2327.2
3%	210	367.12	803.26	935.88	205	11013.61		2322.3
4%	210	367.12	799.29	931.26	205	14684.81		2317.4
5%	210	367.12	795.33	926.65	205	18356.02		2312.5

**Fuente:** CASAGRANDE-Laboratorio de mecánica de suelos (2023)

### d) Preparación de muestras de concreto para pavimento

Con la ayuda de una batidora mecánica, el Concreto se mezcla uniformemente. El vaciado se realiza en buggies, por lo que las briquetas se pueden llenar en moldes, que se han limpiado y lubricado previamente. Dichos moldes se chusearon en tres capas, luego de 24 horas se alisa el exceso, se desmolda e identifica el % fibra de Agave sisalana, se cura en condiciones estandarizadas.

El cono se prueba con tornillos firmemente fijados sobre una superficie plana, utilizando patas para llenar el Concreto hasta aproximadamente un tercio del volumen del molde. Golpee suavemente cada capa en sección transversal con una barra por 25 veces, luego levántela con un movimiento suave hacia arriba, aprox. 5 a 10 segundos, prueba sin

movimiento lateral o de torsión, mide inmediatamente el asentamiento, determina la diferencia de altura entre la forma y la base en el concreto usando la barra emergente.

**e) Rotura de probetas**

Los especímenes se fracturaron después de 7, 14 y 28 días para la resistencia a la compresión y flexión.

## IV. RESULTADOS

**OBJETIVO ESPECIFICO 1:** Evaluar la influencia de la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

### Asentamiento y/o consistencia del concreto

La prueba de asentamiento del concreto es un método de control de calidad cuyo objetivo principal es medir la consistencia del concreto.

**Tabla 24:**

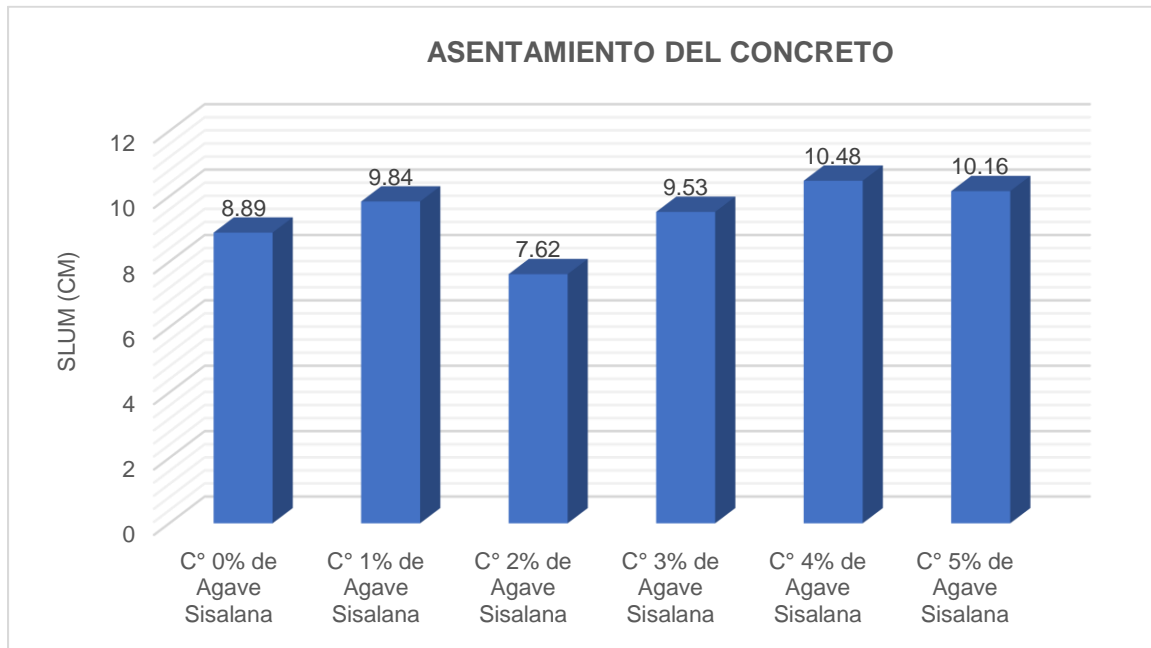
*Resultado de prueba del asentamiento del concreto*

Muestra	% Fibras de Agave Sisalana	Slump (")	Slump promedio (cm)	Porcentaje %	Variación %
MP 01 (0% A.S)	0% (Patrón)	3"	8.89	100%	0
MP 01 (0% A.S)		4"			
MP 02 (1% A.S)	1%	3 1/2"	9.84	111%	+11%
MP 02 (1% A.S)		4 1/4"			
MP 03 (2% A.S)	2%	3"	7.62	86%	-14%
MP 03 (2% A.S)		3"			
MP 04 (3% A.S)	3%	4"	9.53	107%	+7%
MP 04 (3% A.S)		3 1/2"			
MP 05 (4% A.S)	4%	3 3/4"	10.48	118%	+18%
MP 05 (4% A.S)		4 1/2"			
MP 06 (5% A.S)	5%	4"	10.16	114%	+14%
MP 06 (5% A.S)		4"			

En la Tabla anterior se observa que con la adición de fibras de Agave sisalana (A.S) en diferentes porcentajes incrementa y disminuye ligeramente los valores respecto al asentamiento patrón MP 01 (0% A.S), pero se mantienen dentro del rango de 3" a 4" presentando una consistencia plástica.

**Figura 13:**

*Asentamiento del concreto*



**Interpretación:** En el grafico se puede apreciar que los datos del asentamiento u consistencia del concreto se incrementan y mantienen en el rango de valores de 7.62cm a 10.16 cm, es decir manteniéndose en el rango de 3"- 4" (Condición plástica)

**OBJETIVO ESPECIFICO 2:** Evaluar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION:**

En el Concreto, la resistencia a la compresión  $f'_c$  es un parámetro muy importante que determina la calidad del Concreto, el ensayo más utilizado es el ensayo de compresión sobre probetas cilíndricas estándar obtenidas en condiciones controladas definidas en la especificación pertinente Endurecido y ensayado a continuación. Norma ASTM, la tubería estándar se rompe a los 7, 14 y 28 días según la fecha de fabricación de la tubería y el porcentaje de fibra de Agave agregado.

**Tabla 25:**

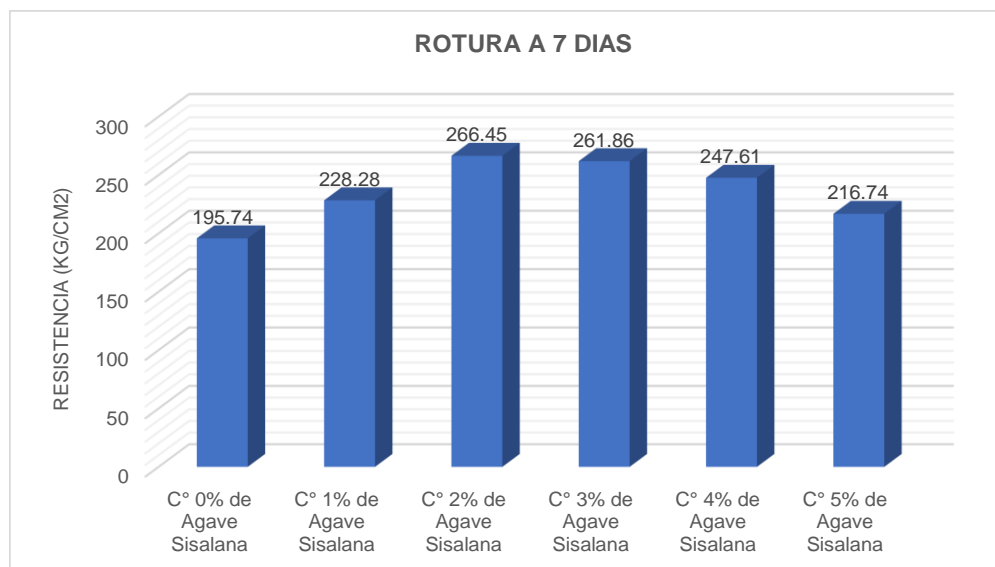
*Resultado de prueba de rotura a los 7 días*

Muestra	% Fibras de Agave Sisalana	Resistencia de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje %	Variación %
A-1 (0% A.S)		192.13			
A-1 (0% A.S)	0% (Patrón)	203.75	195.74	100%	0
A-1 (0% A.S)		191.35			
A-2 (1% A.S)		223.75			
A-2 (1% A.S)	1%	228.16	228.28	117%	+17%
A-2 (1% A.S)		232.94			
A-3 (2% A.S)		256.97			
A-3 (2% A.S)	2%	270.17	266.45	136%	+36%
A-3 (2% A.S)		272.22			
A-4 (3% A.S)		254.39			
A-4 (3% A.S)	3%	264.79	261.86	134%	+34%
A-4 (3% A.S)		266.40			
A-5 (4% A.S)		242.27			
A-5 (4% A.S)	4%	259.19	247.61	126%	+26%
A-5 (4% A.S)		241.38			
A-6 (5% A.S)		213.81			
A-6 (5% A.S)	5%	214.09	216.74	111%	+11%
A-6 (5% A.S)		222.32			

**Interpretación:** Se muestra los resultados para diferentes % Agave Sisalana, los datos de compresión aumentan en comparación con el concreto patrón.

**Figura 14:**

*Resistencia promedio de la compresión a los 7 días*



**Interpretación:** Se puede ver en la figura que cuando la cantidad de fibra de agave es 1%, 2%, 3%, 4% y 5%, los datos de compresión aumentan en comparación con el concreto patrón.

**Tabla 26:**

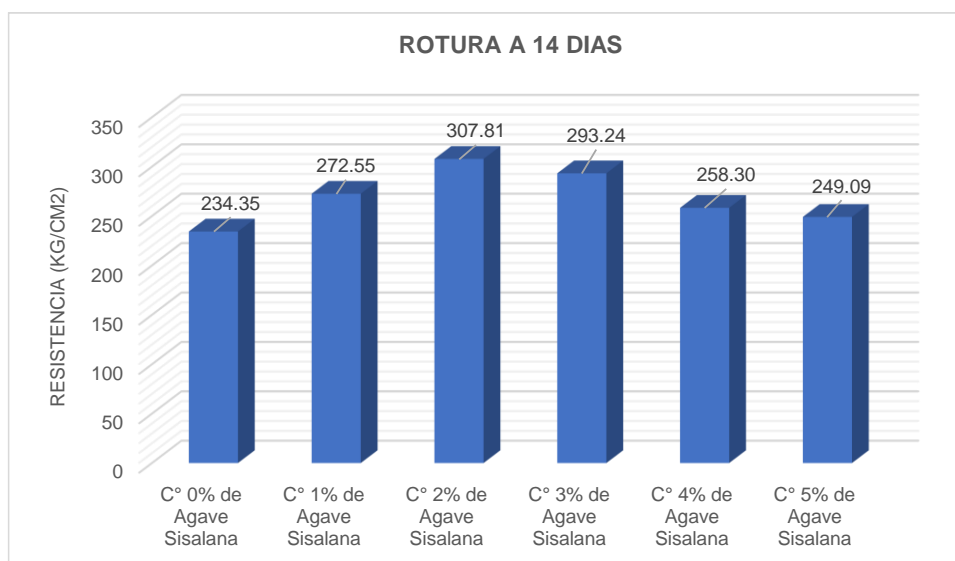
*Resultado de prueba de rotura a los 14 días*

Muestra	% Fibras de A.S.	Resist. de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje %	Variación %
A-1 (0% A.S)		232.13			
A-1 (0% A.S)	0%	236.93	234.35	100%	0%
A-1 (0% A.S)		233.99			
A-2 (1% A.S)		283.77			
A-2 (1% A.S)	1%	263.48	272.55	116%	+16%
A-2 (1% A.S)		270.41			
A-3 (2% A.S)		301.55			
A-3 (2% A.S)	2%	315.41	307.81	131%	+31%
A-3 (2% A.S)		306.46			
A-4 (3% A.S)		306.04			
A-4 (3% A.S)	3%	301.41	293.24	125%	+25%
A-4 (3% A.S)		272.27			
A-5 (4% A.S)		277.90			
A-5 (4% A.S)	4%	208.53	258.30	110%	+10%
A-5 (4% A.S)		288.48			
A-6 (5% A.S)		242.55			
A-6 (5% A.S)	5%	252.47	249.09	106%	+6%
A-6 (5% A.S)		252.25			

Se puede apreciar en la tabla anterior que la resistencia promedio con mayor valor es 307.81 kg/cm<sup>2</sup> que representa un 131% respecto al valor patrón, es decir que se incrementó en un 31% más, mejorando así esta propiedad mecánica.

**Figura 15:**

*Resistencia promedio de la compresión a los 14 días*



**Interpretación:** Como se muestra en la figura, la resistencia a la compresión promedio a los 14 días es de 307.81kg/cm<sup>2</sup> (valor más alto) con una adición de 2% de fibras de Agave sisalana, superando en un 31% a la muestra patrón.

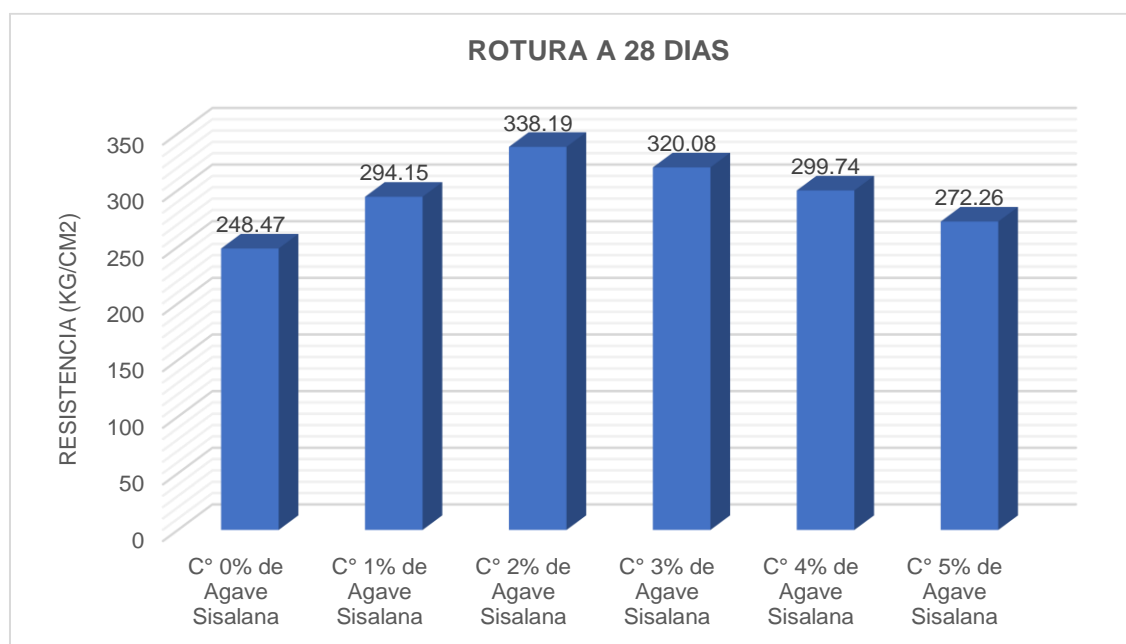
**Figura 16:**

*Resultado de prueba de rotura a los 28 días*

Muestra	% Fibras A.S.	Resistencia de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje %	Variación %
A-1 (0% A.S)		256.70			
A-1 (0% A.S)	0%	241.91	248.47	100%	0%
A-1 (0% A.S)		246.79			
A-2 (1% A.S)		296.09			
A-2 (1% A.S)	1%	292.13	294.15	118%	+18%
A-2 (1% A.S)		294.22			
A-3 (2% A.S)		342.72			
A-3 (2% A.S)	2%	347.46	338.19	136%	+36%
A-3 (2% A.S)		324.39			
A-4 (3% A.S)		321.03			
A-4 (3% A.S)	3%	312.44	320.08	129%	+29%
A-4 (3% A.S)		326.77			
A-5 (4% A.S)		297.05			
A-5 (4% A.S)	4%	296.80	299.74	121%	+21%
A-5 (4% A.S)		305.36			
A-6 (5% A.S)		271.66			
A-6 (5% A.S)	5%	271.03	272.26	110%	+10%
A-6 (5% A.S)		274.10			

**Figura 17:**

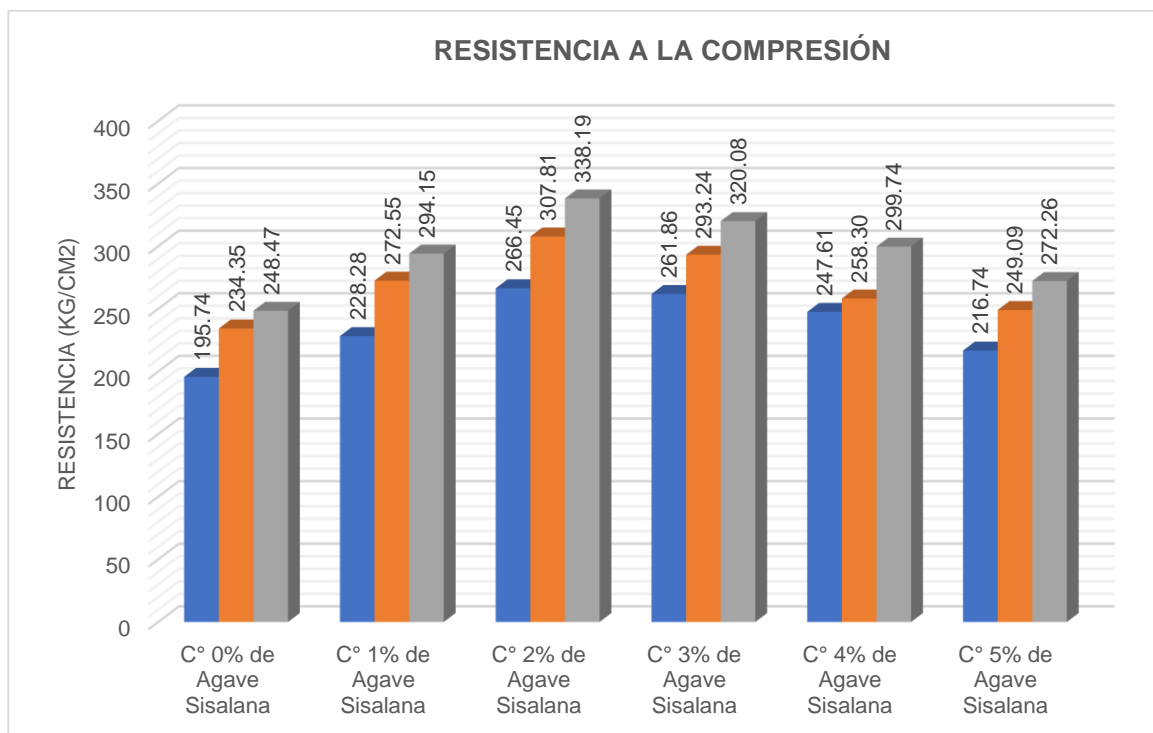
*Resistencia promedio de la compresión a los 28 días*



**Interpretación:** El gráfico muestra la prueba de resistencia a la compresión 28 días obteniéndose el valor más alto de 338.19 kg/cm<sup>2</sup> con 2% de adición de fibras de Agave sisalana, presentando los mejores resultados superando de esta manera a la probeta patrón en un 36 %.

**Figura 18:**

*Resumen de la resistencia a la compresión*



**Interpretación:** Como se observa en la figura anterior, el valor más alto obtenido luego de agregar 2% de fibra de Agave y curar por 28 días es de 338.19 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es 36% superior a la muestra estándar.

**OBJETIVO ESPECIFICO 3:** Determinar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

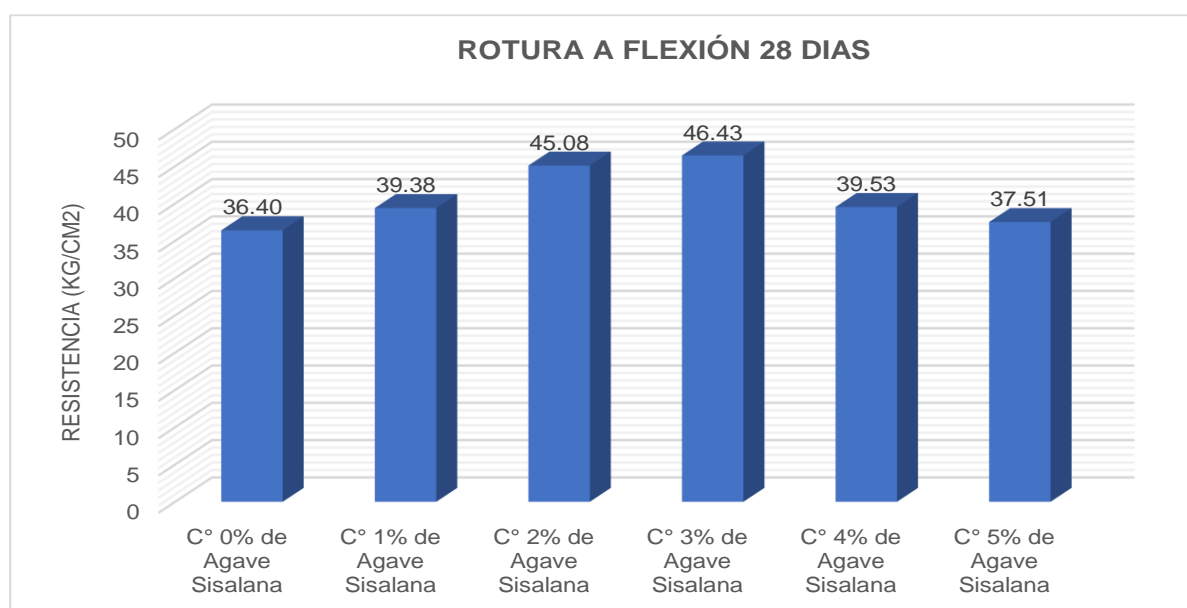
### RESISTENCIA A LA FLEXION

Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.

**Tabla 27:***Resultado de prueba de rotura de la flexión a los 7 días*

Muestra	% Fibras de Agave Sisalana	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje %	Variación %
A-1 (0% A.S)		37.01			
A-1 (0% A.S)	0% (Patrón)	36.01	36.40	100%	0%
A-1 (0% A.S)		36.18			
A-2 (1% A.S)		41.42			
A-2 (1% A.S)	1%	38.44	39.38	108%	+8%
A-2 (1% A.S)		38.29			
A-3 (2% A.S)		40.37			
A-3 (2% A.S)	2%	46.80	45.08	124%	+24%
A-3 (2% A.S)		48.08			
A-4 (3% A.S)		47.50			
A-4 (3% A.S)	3%	46.27	46.43	128%	+28%
A-4 (3% A.S)		45.53			
A-5 (4% A.S)		39.40			
A-5 (4% A.S)	4%	38.63	39.53	109%	+9%
A-5 (4% A.S)		40.55			
A-6 (5% A.S)		37.48			
A-6 (5% A.S)	5%	38.69	37.51	103%	+3%
A-6 (5% A.S)		36.36			

**Interpretación:** Se observa el incremento de la resistencia a la flexión hasta 46.43 kg/cm<sup>2</sup> con 3% de adición de fibras de Agave Sisalana (A.S).

**Figura 19:***Ensayo de resistencia a la flexión*

**Interpretación:** Del gráfico se observa el incremento de la resistencia a la flexión hasta 46.43 kg/cm<sup>2</sup>, es decir 28% más que la probeta patrón con 3% de adición de fibras de Agave Sisalana.

#### 4.1. Contrastación de Hipótesis

Para probar la hipótesis de cada hipótesis propuesta, se deben seguir los siguientes pasos:

**1. Verificar normalidad de datos (Shapiro-Wilk)**

Es una prueba estadística utilizada para determinar si un conjunto de datos proviene de una distribución normal. Los resultados de la prueba pueden interpretarse por los valores de p obtenidos. Se emplea cuando la muestra es menor o igual a 50 datos, el nivel de significancia y/o confiabilidad empleada es de 95% (0.05), por último, la regla de decisión empleada es que Si p-valor es  $> 0.05$ ... Se acepta la hipótesis nula, caso contrario se rechaza.

**2. Aplicar estadístico de prueba (Coeficiente de correlación de Pearson)**

Si las variables presentan normalidad, se aplica la correlación de Pearson para determinar cómo y en que intensidad están dos variables entre si (a través del coeficiente de Pearson obtenido).

**3. Interpretación de resultados.**

Para la interpretación del “P” valor se empleó la siguiente tabla:

1	Correlación Perfecta
0.80-0.99	Correlación muy alta
0.60-0.79	Correlación alta
0.40-0.59	Correlación moderada
0.20-0.39	Correlación baja
0.01-0.20	Correlación muy baja
0	Correlación nula

Fuente: hernandez hernandez y baptista (2006)

Este mismo proceso se realiza para cada uno de los indicadores planteados.

#### 4.1.1. Asentamiento y/o consistencia del concreto

- **Planteamiento de la normalidad**

1. **Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa**

**H<sub>0</sub>:** Los datos de la variable consistencia del concreto tienen normalidad.

**H<sub>1</sub>:** Los datos de la variable consistencia del concreto no tienen normalidad.

2. **Elección de la prueba estadística**

Coefficiente de correlación Shapiro – Wilk

**Tabla 28:**

*Pruebas de normalidad para la consistencia del concreto*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de Agave S.	.122	6	.200*	.982	6	.961
<b>Consistencia del concreto</b>	.209		.200*	.918	6	<b>.493</b>

a. Corrección de significación de Lilliefors

3. **Conclusión**

Al observar  $p=0,493 > 0,05$  en la tabla anterior, se acepta la hipótesis nula, lo que significa que los datos para esa variable consistente en particular son en efecto, normales.

- **Contrastación**

1. **Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa**

**H<sub>0</sub>:** La adición de fibras de Agave Sisalana No influyen sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

**H<sub>1</sub>:** La adición de fibras de Agave Sisalana influyen sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

2. **Prueba estadística de coeficiente de correlación de Pearson**

Coefficiente de correlación (r) de Pearson

**Tabla 29:**

*Correlación de Adición de Agave Sisalana*

		Adición de Agave Sisalana	Consistencia del concreto
<b>Adición de Agave Sisalana</b>	Correlación de Pearson	1	.525
	Sig. (bilateral)		.014
	N	6	6
<b>Consistencia del concreto</b>	Correlación de Pearson	<b>.525</b>	1
	Sig. (bilateral)	<b>.014</b>	
	N	6	6

### 3. Conclusión

Como se observa en el cuadro anterior el valor  $P= 0.014 < 0.05$  Entonces se acepta la hipótesis alternativa.

Según los datos obtenidos se afirma que existe evidencia estadística significativa para mencionar que la Consistencia del concreto está relacionada de manera moderada y directa, con la Adición de Fibra de agave Sisalana con un coeficiente de correlación  $r = 0.525$ .

La adición de la fibra de Agave Sisalana genera que la consistencia del concreto en estado fresco se incremente (A mayor cantidad de fibras mayor consistencia del concreto), pero esto prevalece sólo hasta llegar al óptimo contenido de fibras, puesto que valores superiores resulta perjudicial para el concreto.

#### 4.1.2. Resistencia a la compresión

- **Planteamiento de la normalidad**

- 1. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa**

**H<sub>0</sub>:** los datos de la variable resistencia a la compresión  $f'c$  tienen normalidad.

**H<sub>1</sub>:** los datos de la variable resistencia a la compresión  $f'c$  no tienen normalidad

## 2. Elección de la prueba estadística

Coefficiente de correlación Shapiro – wilk

**Tabla 30:**

*Pruebas de normalidad de la resistencia a compresión*

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Adición de Agave S.</b>	.122	6	.200*	.982	6	.961
<b>Resistencia a la compresión</b>	.150	6	.200*	.986	6	<b>.978</b>

a. Corrección de significación de Lilliefors

## 3. Conclusión

De acuerdo al cuadro anterior se tiene que  $p=0.978 > 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis Nula, es decir los datos de la variable resistencia a la compresión  $f_c$  tienen normalidad.

### • Contrastación

#### 1. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

**H<sub>0</sub>:** La adición de fibras de Agave Sisalana No afectan positivamente a la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

**H<sub>1</sub>:** La adición de fibras de Agave Sisalana afectan positivamente a la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

#### 2. Prueba estadística de coeficiente de correlación

Coefficiente de correlación (r) de Pearson

**Tabla 31:**

*Correlación de Agave Sisalana con la resistencia a la compresión*

		Adición de Agave Sisalana	Resistencia a la compresión
Adición de Agave Sisalana	Correlación de Pearson	1	.695
	Sig. (bilateral)		.041
	N	6	6

<b>Resistencia a la compresión</b>	Correlación de Pearson	.695	1
	Sig. (bilateral)	<b>.041</b>	
	N	<b>6</b>	6

### 3. Conclusión

De acuerdo al cuadro anterior se tiene que  $P = 0.041 < 0.05$  Entonces se acepta la hipótesis alternativa, podemos afirmar que existe evidencia estadística significativa para mencionar que la resistencia a la compresión está relacionada de manera alta y directa, con Adición de Fibra de agave Sisalana con un coeficiente de correlación  $r = 0.695$ .

La adición de la fibra de Agave Sisalana genera que la resistencia del concreto en se incremente (A mayor cantidad de fibras mayor resistencia del concreto), pero esto prevalece sólo hasta llegar al óptimo contenido de fibras, puesto que valores superiores resulta perjudicial para el concreto.

#### 4.1.3. Resistencia a la Flexión

- **Planteamiento de la normalidad**

##### 1. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

**H<sub>0</sub>**: los datos de la variable resistencia a la flexión  $f'c$  tienen normalidad.

**H<sub>1</sub>**: los datos de la variable resistencia a la flexión  $f'c$  no tienen normalidad

##### 2. Elección de la prueba estadística

Coefficiente de correlación Shapiro – wilk

**Tabla 32:**

*Pruebas de normalidad de la resistencia a flexión*

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adición de Agave S.	.122	6	.200*	.982	6	.961
<b>Resistencia a flexión</b>	.281	6	.150*	.880	6	<b>.269</b>

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 3. Conclusión

De acuerdo al cuadro anterior se tiene que  $P=0.269 > 0.05$  Entonces se acepta la hipótesis Nula, es decir que los datos de la variable resistencia a la flexión tienen normalidad.

#### • Contrastación

##### 1. Planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

**Ho:** La adición de fibras de Agave Sisalana No influyen en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

**H1:** La adición de fibras de Agave Sisalana influyen en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

##### 2. Prueba estadística de coeficiente de correlación

Coeficiente de correlación (r) de Pearson

#### Tabla 33:

*Correlación de Agave Sisalana y resistencia a la flexión*

		Adición de Agave Sisalana	Resistencia a la flexión
Adición de Agave Sisalana	Correlación de Pearson	1	.496
	Sig. (bilateral)		.035
	N	6	6
Resistencia a la flexión	Correlación de Pearson	.496	1
	Sig. (bilateral)	.035	
	N	6	6

### 3. Conclusión

De acuerdo con la tabla anterior,  $P=0.035 < 0.05$ , se aceptó la hipótesis alternativa y hubo evidencia estadísticamente significativa de una relación moderada y directa entre la resistencia a la flexión y la adición de agave Sisalana. Una fibra con un coeficiente de correlación de  $r = 0,496$ .

## 4.2. Análisis E Interpretación

Los resultados de este estudio se analizaron para compararlos con otros estudios similares que utilizaron fibras de sisal de agave.

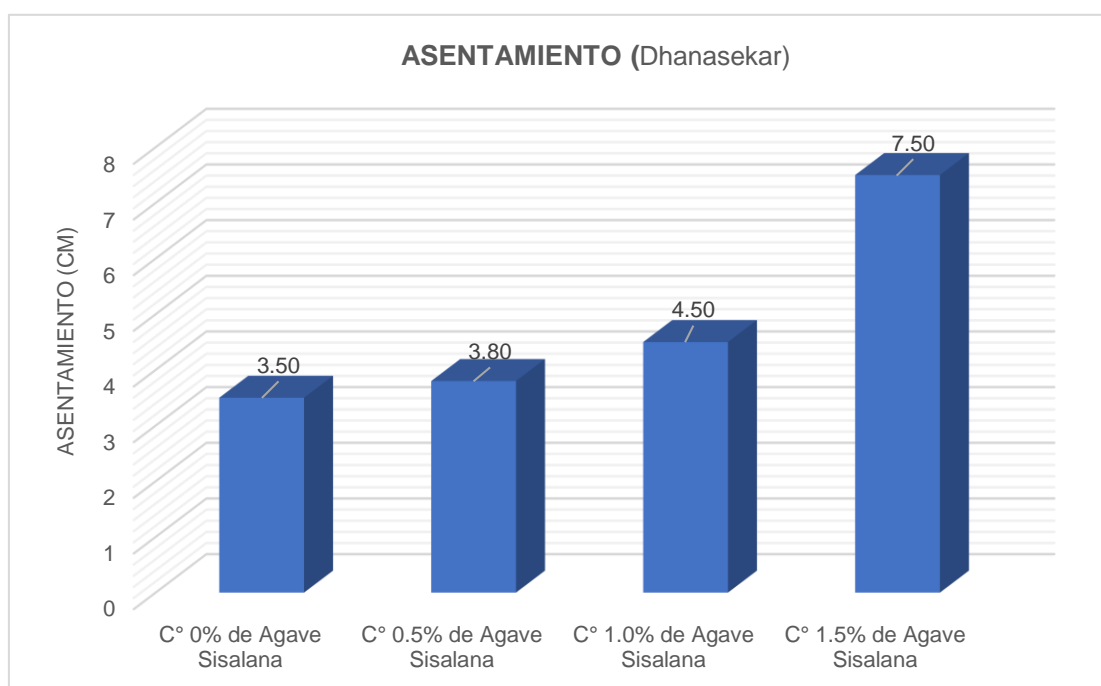
**OBJETIVO ESPECIFICO 1:** Evaluar la influencia de la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

### En cuanto a las propiedades físicas (Slump, consistencia y trabajabilidad)

Dhanasekar (2017), en su artículo de investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la fibra de Agave Sisalana en el concreto como el refuerzo con la mezcla de fibra en diferentes proporciones. Señala que al utilizar fibras de Agave como sustituyente parcial del cemento portland en porcentajes de 0%,0.5%,1.0%,1.5%, el asentamiento del concreto **se incrementa** en valores de 35mm, 38mm, 45mm, 75mm, que representan un incremento del asentamiento del 18% al 29% respecto al concreto patrón.

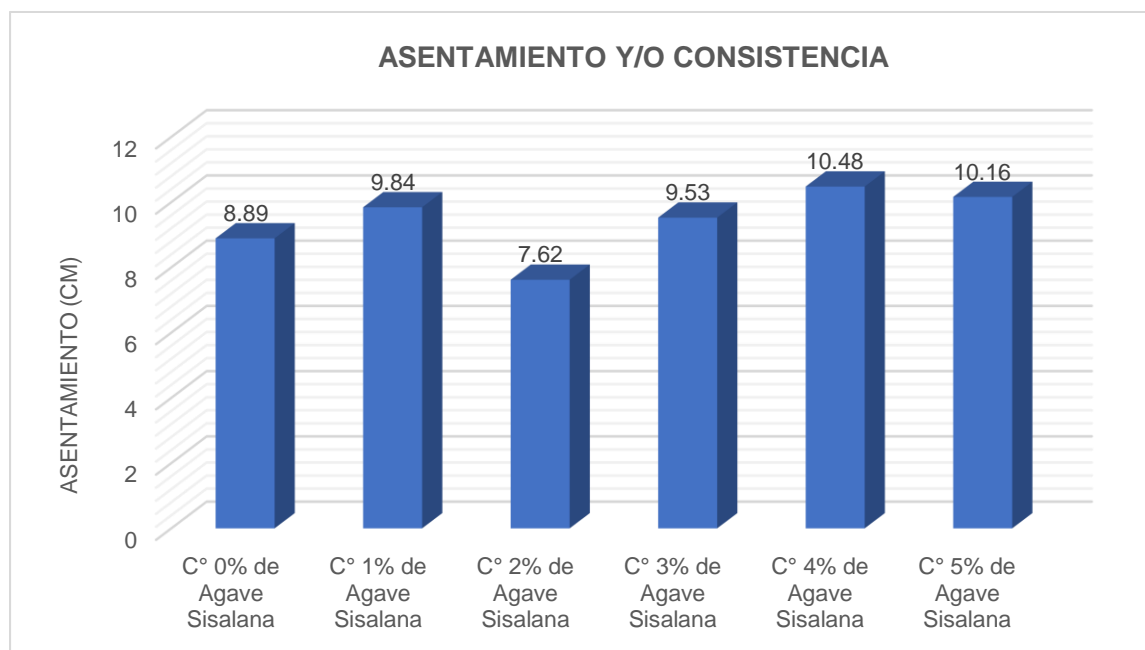
**Figura 20:**

*Prueba de asentamiento*



En el estudio actual se obtuvieron los siguientes valores para la prueba de asentamiento: 0% y 1.0% asentamiento de 8.89 cm y 9.84cm, 2% y 3% asentamiento de 7.62 cm y 9.53cm, 4% y 5% asentamiento de 10.48 cm y 10.16cm.

Lo cual representa un incremento de valores.



Según Dhanasekar (2017), el asentamiento conforme se incrementa el porcentaje de fibras de Agave Sisalana se incrementa pasando de consistencia plástica a consistencia fluida; en el presente estudio, tienen valores comparables y valores superiores al 7.5cm, en su mayoría consistencia fluida y trabajable, que indica una **COINCIDENCIA**.

### Resistencia a la compresión a los 28 días

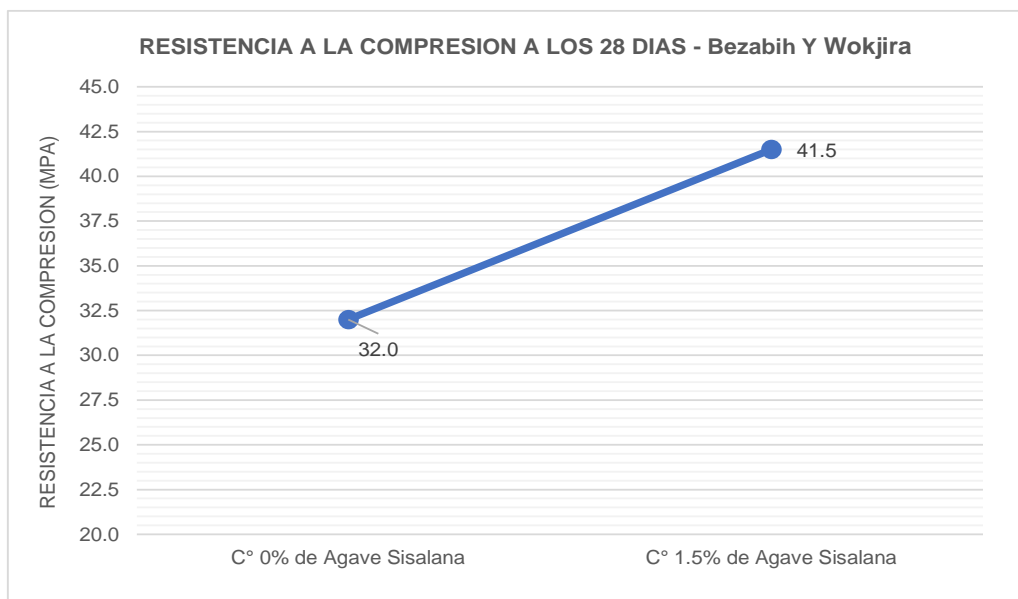
**OBJETIVO ESPECIFICO 2:** Evaluar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

Bezabih y Wokjira (2022). Cuyo objetivo fue evaluar y examinar los efectos de la fibra de sisalana en la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto, en comparación

con un patrón. Como resultado se tiene que, a los 28 días, la resistencia a la compresión se incrementa en un 29.69% con respecto a la compresión del concreto patrón, con una dosis optima de 1.5% de fibras de Agave Sisalana. Es decir que sus valores de 32Mpa se **incrementó** hasta los 41.5Mpa.

**Figura 21:**

*Resistencia a la compresión a los 28 días*



En el caso de Bezabih y Wokjira (2022), Con la incorporación de 1.5% de fibras de Agave Sisalana, efectivamente supera el valor del concreto patrón; y en el presente estudio, la adición de fibras de Agave Sisalana, supera la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días. Entonces podemos indicar que hay una **COINCIDENCIA**.

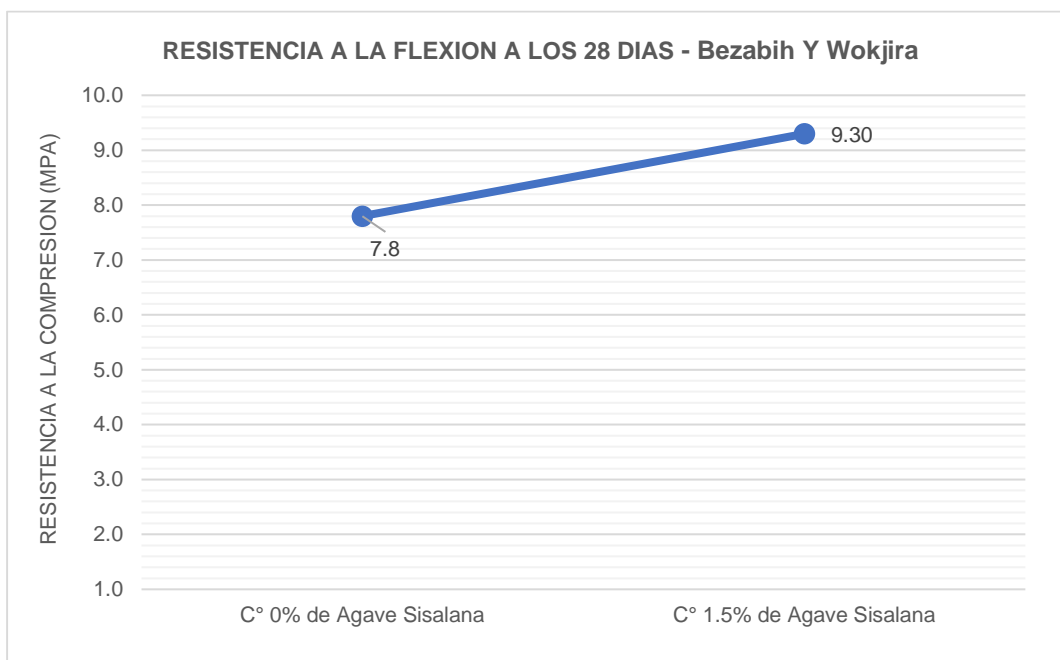
**OBJETIVO ESPECIFICO 3:** Determinar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.

## Resistencia a la flexión a los 28 días

Bezabih y Wokjira (2022). Cuyo objetivo fue evaluar y examinar los efectos de la fibra de Agave en la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto como sustituto del cemento en la producción de concreto, en cuanto a la resistencia a la flexión aumenta con la edad de curado, llegando a tener un incremento de 19.23% a los 28 días con respecto al concreto patrón, con una dosis optima del 1.5% de fibras de Agave Sisalana. Valores superiores al 1.5% disminuyen el valor de la resistencia a la flexión.

### Figura 22:

*Resistencia a la flexión a los 28 días*



A los 28 días, los resultados de la resistencia a la flexión del concreto en la presente investigación fueron comparables y superiores al concreto patrón siempre que no supere los 3% de adición de fibras de Agave Sisalana, puesto que la adición de valores superiores al 3% generan disminución de la flexión del concreto. El valor de la resistencia a la flexión del

concreto es de 36.40 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los valores de la sustitución con fibras de Agave Sisalana al 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0% y 5% son de 39.38 kg/cm<sup>2</sup>, 45.08 kg/cm<sup>2</sup>, 46.43 kg/cm<sup>2</sup>, 39.53 kg/cm<sup>2</sup>, 37.51 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. El mayor valor es el de la sustitución del 3.0%.

Según Bezabih y Wokjira, cuando la proporción de la adición de Agave Sisalana crece la resistencia a la flexión también lo hace y luego decrece cuando supera la dosis óptima; en el caso de esta investigación, se observa que estos valores suben y bajan (cuando se llega a la dosis óptima), lo que indica una **COINCIDENCIA**.

## V. CONCLUSIONES

### 5.1. Conclusiones

Se logra mejorar las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido con  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , usando 3% de fibra de Agave Sisalana como dosis optima y como reemplazo parcial del cemento, permitiendo de esta manera tener un concreto mas resistente y duradero que pueda soportar las cargas de trabajo a las cuales estará expuesto, pero un incremento porcentual superior al 3% puede tener un efecto negativo sobre el concreto, ya que provoca una disminución de los valores de las propiedades mecánicas, aunque estos valores siguen siendo generalmente superiores a los del Concreto patrón.

1. En cuanto a las propiedades físicas del concreto para pavimento rígido, se utilizaron fibras de Agave sisalana para reemplazo parcial del cemento, el mejor valor para el asentamiento del concreto se obtuvo al agregar 3% de fibras de agave, lo que dio un asentamiento de 9.53 cm, que de acuerdo con las normativas este valor se ubica en el rango de 3" a 4", lo que indica una consistencia plástica.
2. En cuanto a las propiedades mecánicas del concreto, la sustitución parcial del cemento con fibras de Agave sisalana respecto al concreto patrón produjo un valor de 261.83 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, el cual fue superior a las propiedades mecánicas del concreto patrón, que indica una mejora 29%, con un óptimo contenido de fibra de Agave Sisalana del 3%.
3. La adición de fibras de Agave sisalana aumentó la resistencia a la flexión del concreto en un 28,0 % en comparación con la resistencia a la flexión del concreto control (evaluación de 28 días).

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda usar el agregado en la cantidad especificada en la norma, si no cumple con los requisitos de la norma, debe corregirse antes de que pueda usarse en concreto para pavimentos rígidos.

- 1.** Se recomienda realizar estudio sobre la adición de fibras de Agave Sisalana con porcentajes superiores al 5% de sustitución, con variabilidad en longitud y diámetro de las fibras para mejorar evaluar sus beneficios al ser empleando en la elaboración de los concretos.
- 2.** Se aconseja que, al emplear las fibras de Agave sisalana, se eliminen todas las formas de contaminantes y se use el producto en estado seco, para evitar los efectos perjudiciales para el concreto.
- 3.** Se recomienda a las autoridades nacionales, regionales y locales incluir una proporción adecuada de fibra de agave en sus proyectos para la construcción de pavimentos rígidos, lo que permitirá reducir la emplear menor cantidad de cemento y la producción del mismo.

### **5.3. Trabajos futuros**

- 1.** Se debe desarrollar una investigación donde contemple emplear la fibra de Agave en diferentes diámetros y longitudes para poder evaluar su incidencia en el concreto.
- 2.** Se debe desarrollar una investigación donde contemple emplear la fibra de Agave en condición húmeda para poder evaluar su incidencia en el concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abanto, F. (2008). *Tecnología del concreto* (2.da ed. Lima, Ed.; San Marcos E.I.R.L).
- Akash, P., Kasnale, D., & Maske, N. (2018). Study of Sisal Fibre Reinforced Concrete Beam in Pure Torsion. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 05(07), 1758–1762.
- Alarcón, V. (2018). *Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$*  [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <http://bitly.ws/A38G>
- Apeageyi, A. (2010). *Evaluation of the Lightweight Deflectometer for In-Situ Determination of Pavement Layer Moduli*.
- Beskopylny, A., Stel'makh, S., Shcherban', E., Mailyan, L., Meskhi, B., Shilov, A., Beskopylny, N., & Chernil'nik, A. (2022). Enhanced Performance of Concrete Dispersedly Reinforced with Sisal Fibers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(18), 1–20. <https://doi.org/10.3390/app12189102>
- Bezabih, M., & Wokjira, F. (2022). An Investigation on Effects of Sisal Fiber Reinforced Concrete on Concrete Properties. *Journal of Civil, Construction and Environmental Engineering*, 7(3), 23–29. <https://doi.org/10.11648/j.jccee.20220703.11>
- Bonilla, V. M., Quintana, J. A., Carrión, F. J., Martínez, L. Á., Hernández, J. A., Gasca, H. M., Hernández, A., & Montes, M. (2017). *Análisis del comportamiento estructural de un pavimento de concreto estructuralmente reforzado continuo (PCERC)* (Vol. 1). Instituto Mexicano del Transporte.
- Cabanillas, P. (2022). *Estudio de las patologías del pavimento rígido aplicando los lineamientos de control del Ministerio de Transportes y Comunicaciones –Perú*

- [Universidad Señor de Sipán]. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán.  
<http://bitly.ws/A38L>
- Gajdhane, O., Dhumal, M., Gaikwad, S., Deshmukh, S., Jadhav, P., & Battul, V. (2018). Effect of Sisal Fibre Reinforced Concrete on Tensile and Flexure Strength. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 5(5), 263–269.
- Giraldo, D. (2020). First report of agave sisalana (agavaceae, asparagales) for Colombia. *Darwiniana*, 8(2), 490–498. DOI: 10.14522/darwiniana.2020.82.910
- Gutiérrez, S. (2017). *Gestión de carreteras no pavimentadas*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Hernández, L., Gómez, J., Contreras, A., & Padilla, L. (2018). *Resistencia a la compresión del concreto*. <http://bitly.ws/A38S>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición, Vol. 1).
- Labán, F. (2017). *Uso de aditivo súper plastificante disminuirá el costo del concreto en la construcción del conjunto habitacional Catalina, Puente Piedra -2017*. Universidad Cesar Vallejo.
- Lara, D. (2020). *Concreto con adición de fibra de agave americana L. y su influencia en las resistencias a esfuerzos axiales en San Carlos - Huancayo* [Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. <http://bitly.ws/A392>
- MTC. (2013). *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*.
- MTC E. (2016). *Manual de ensayo de materiales* (Vol. 1).
- Reyes, L., Sierra, J., & Becerra, J. (2020). Aplicación de caucho reciclado para uso en pavimento Rígido: Revisión, análisis y perspectivas de investigación. *Investigación e Innovación En Ingenierías*, 3(3), 1–26. Obtenido de <http://bitly.ws/A396>
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto: Vol. I* (ACI Perú).

- Sánchez, B., & Yajaira, D. (2016). *Análisis del comportamiento a flexión de vigas reforzadas con fibra de cabuya* [Universidad Técnica de Ambato]. Obtenida del repositorio. <http://bitly.ws/A398>
- Sudarshan, G., Santosh, T., Kiran, A., Bhabad, A., & Kashinath, N. (2022). Experimental Investigation on Strength of Concrete by Agave Sisalana (Sisal Fibers). *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(6), 4983–4987.
- Villareal, G. (2013). *www.civilgeeks.com*. 2013.
- Herrera L., Polo, E. (2017). *Estudio de las Propiedades Mecánicas del Concreto en la Ciudad de Arequipa, Utilizando Fibras Naturales y Sintéticas, Aplicado para el Control de Fisuras por Retracción Plástica*. Universidad Continental, Arequipa, Perú.
- Nishihara, J. (2019). Universidad Ricardo Palma; “Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave” Americana L. Caso: vías urbanas San Carlos – Huancayo”.
- Mallaupoma, F. (2019). *Comportamiento del concreto con adición de fibras de Agave americana para la mejora de sus propiedades en estado fresco*. San Carlos - Huancayo 2017.
- Mukherjee, P. Satyanarayana, K. (1984). *Structure and properties of some vegetable Fibres: Part 1 Sisal fibre*. *Journal of Materials Science*, 19, p 3925-3934.

Narváez, M. (2017). *El redescubrimiento del henequén verde*. México Ciencia y Tecnología.

Accedido abril 3. <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/mundovivo/11123-el-redescubrimiento-del-henequen-verde>.

Pasquel, E. (1999). *Tópicos de tecnología del concreto*. En I. Blanco, *Tópicos de tecnología del concreto* (pág. 17). Lima: Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Nacional.

Tamayo, M. (2010). *El proceso de la Investigación Científica*. 4ta Edición: México, 2003.

183 pp. ISBN: 9681858727 BERNAL, César. Metodología de la Investigación.

3ra Edición: Colombia, 2010. 320 pp. ISBN: 9789586991285.

## ANEXOS

### ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO – 2023**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo influye la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECIFICO</b> ¿Cómo influye la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?</p> <p>¿En qué medida influye la incorporación de Agave Sisalana en la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?</p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho - 2023?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Evaluar la influencia de la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p> <p>Evaluar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p> <p>Determinar la influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Existe influencia favorable de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia mecánica del concreto para pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICA</b> Existe influencia positiva de la dosificación de fibras de Agave Sisalana sobre las propiedades físicas del concreto en estado fresco en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p> <p>La adición de fibras de Agave Sisalana afectan positivamente a la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p> <p>Existe influencia de la adición de fibras de Agave Sisalana en la resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos, Ayacucho – 2023.</p>	<p>Fibras de Agave Sisalana</p> <p style="text-align: center;"><b>V. DEPENDIENTE</b></p> <p>Resistencia física y mecánica del concreto en estado fresco y endurecido</p>	<p>Proporción</p> <p style="text-align: center;"><b>DIMENSIONES</b></p> <p>Propiedades físicas en estado fresco</p> <p>Propiedades mecánicas en estado endurecido</p>	<p>Porcentaje (0%,1%,2%,3%,4%,5%)</p> <p style="text-align: center;"><b>INDICADORES</b></p> <p>Consistencia (pulg)</p> <p>Resistencia a la compresión (Kg/cm2)</p> <p>Resistencia a la Flexión (Kg/cm2)</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación</b> Correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Experimental</p> <p><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población</b> Probetas sin y con adición de fibras de Agave Sisalana en total 72 probetas</p> <p><b>Muestra</b> Para los ensayos se seleccionan en total 72 (Entre probetas y vigas)</p> <p><b>Muestreo</b> No probabilístico</p> <p><b>Técnica de recolección de datos</b> Fichas de observación</p> <p>Instrumento de hoja de calculo</p>

## ANEXOS 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable independiente	Fibras de agave Sisalana	Según Ratikanta, (1995) El Agave Sisalana “es una de las principales fuentes de fibra dura con mayor importancia en varios países. La fibra tiene múltiples aplicaciones, como en la fabricación y trenzado de cuerdas, para el relleno de muebles y para la fabricación de papel” (p.125).	Las fibras de Agave Sisalana, con diferentes porcentajes será adicionado a la mezcla para elaborar concreto para pavimento rígido.	Proporción	Porcentaje	Razón	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Correlacional.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b> Probetas sin y con adición de fibras de Agave Sisalana- total 72 probetas.</p> <p><b>Muestra:</b> Para los ensayos se seleccionan las muestras en total 54 probetas y 18 vigas.</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación directa.</p>
Variable dependiente	Resistencia mecánica del concreto	Las propiedades mecánicas del concreto abarcan aquellas cualidades que se pueden identificar a través de ensayos, mediciones, que dependen de los materiales, proceso de elaboración, cuidado que se tenga (Rivera 2013).	Las propiedades físicas y mecánicas del concreto se medirán con ensayos.	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	Consistencia (pulg)  -Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) -Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón	<p><b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS)</p>

## ANEXOS 03: RESULTADOS DE LABORATORIO



### **DISEÑO ANALITICO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO**

**INF. N° 001-2023/CG-CON-23-O-005**

**PROYECTO:**

"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE  
AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA  
DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS,  
AYACUCHO – 2022"

**SOLICITANTE:**

NANCY CUBA ESCALANTE

**FECHA:**

ENERO DEL 2023

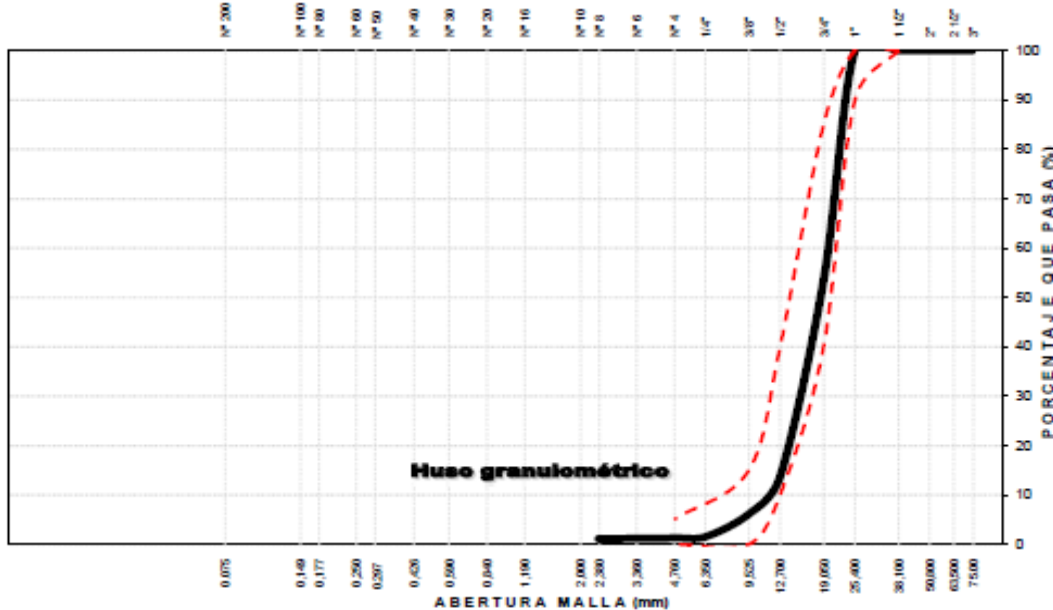
 <b>CASAGRANDE</b> <small>INGENIERIA Y CONCRETO</small>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204)</b>	
---	--	---

Proyecto : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE Cantera : CACHI - LA MODERNA Material : PIEDRA CHANCADA	Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA Distrito : AYACUCHO Lugar : AYACUCHO Fecha : ENERO DEL 2023
--	---

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56 (1" a 3/8")	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
							PESOS (gr)		
3"	75.000	-	-	-	100.00		Peso seco inicial 4863.0		
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		Peso seco lavado 4821.0		
2"	50.800	-	-	-	100.00		Pérdida por lavado 42.0		
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	100 - 100			
1"	25.400	-	-	-	100.00	90 - 100			
3/4"	19.000	2,265.89	46.59	46.59	53.41	40 - 85	% Grava 98.7		
1/2"	12.700	1,930.83	39.70	86.30	13.70	10 - 40	% Arena 0.4		
3/8"	9.500	368.39	7.58	93.87	6.13	0 - 15	% de Finos 0.9		
1/4"	6.350	223.85	4.60	98.48	1.52		D <sub>15</sub> = D <sub>45(mm)</sub> = 11.1367		
N° 4	4.760	12.76	0.26	98.74	1.26	0 - 5	D <sub>30(mm)</sub> = 15.2862		
N° 8	2.360	7.92	0.16	98.90	1.10		D <sub>60(mm)</sub> = 19.9058		
N° 10	2.000	0.66	0.01	98.92	1.08		Cu = 1.79		
N° 16	1.100	1.21	0.02	98.94	1.06		Cc = 1.05		
N° 30	0.590	2.09	0.04	98.98	1.02		D <sub>15(mm)</sub> = 12.9061		
N° 40	0.425	1.10	0.02	99.01	0.99		D <sub>30(mm)</sub> = 18.4597		
N° 50	0.297	0.99	0.02	99.03	0.97		D <sub>60(mm)</sub> = 23.3397		
N° 100	0.149	2.64	0.05	99.08	0.92		Clasificación SUCS GP		
N° 200	0.075	2.64	0.05	99.14	0.86		GRAVA MAL GRADUADA		
Lavado		42.02	0.86	100.00	-		Módulo de Fineza 7.34		
<b>TOTAL</b>		<b>4863.0</b>	<b>100.0</b>				Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr) 6.70		
Tamaño Máximo (Pulg) = 1		Tamaño Máximo Nominal (Pulg) = 3/4							

**CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	


**CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.**  
 DAVID DE JESUS GUERRA AVILA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 28573  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL  
AGREGADO FINO  
(MTC E 204)**



Proyecto : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, AYACUCHO - 2022"

Trazabilidad : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005  
Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE  
Cantera : CACHI - LA MODERNA  
Material : ARENA ZARANDEADA

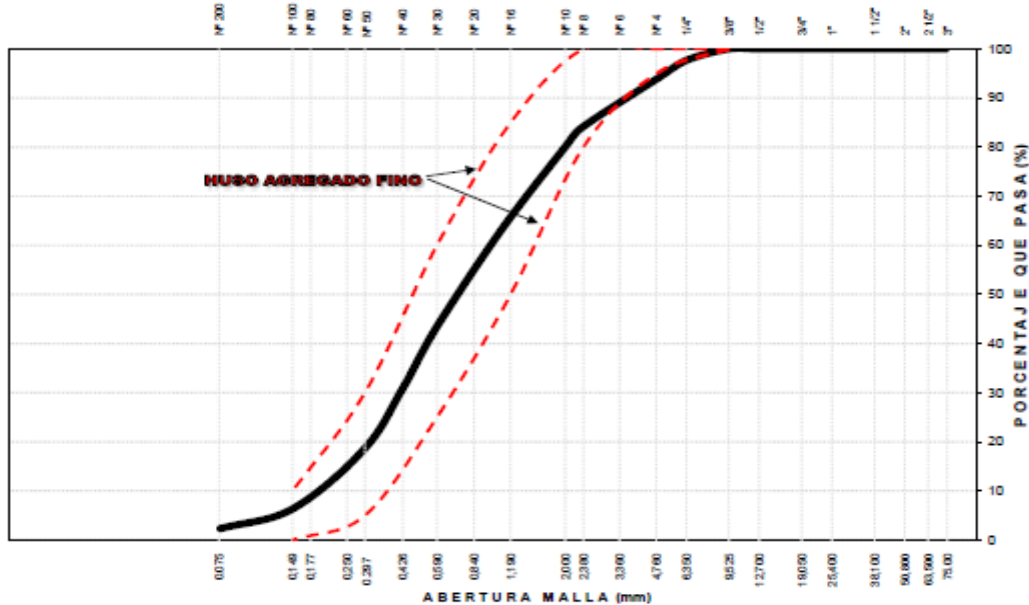
Región/Provi: AYACUCHO / HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : AYACUCHO  
Fecha : ENERO DEL 2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	75.000	-	-	-	100.00		<b>PESOS (gr)</b> Peso seco inicial 1513.7 Peso seco lavado 1477.9 Pérdida por lavado 35.9 <b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b> % Grava 6.2 % Arena 91.5 % de Finos 2.3 D <sub>10</sub> = D <sub>475µm</sub> = 0.1933 D <sub>30</sub> = 0.4164 D <sub>60µm</sub> = 1.0131 C <sub>u</sub> = 5.24 C <sub>c</sub> = 0.89 D <sub>10µm</sub> = 0.2534 D <sub>30µm</sub> = 0.7575 D <sub>60µm</sub> = 2.5906 Clasificación SUCS SP
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		
2"	50.800	-	-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		
1"	25.400	-	-	-	100.00		
3/4"	19.000	-	-	-	100.00		
1/2"	12.700	-	-	-	100.00		
3/8"	9.500	-	-	-	100.00		
1/4"	6.350	35.75	2.34	2.34	97.66	100	
N° 4	4.760	58.74	3.85	6.19	93.81	95 - 100	
N° 8	2.360	148.94	9.75	15.94	84.06	80 - 100	
N° 10	2.000	62.04	4.06	20.00	80.00		
N° 16	1.100	253.55	16.60	36.60	63.40	50 - 85	
N° 30	0.590	304.81	19.96	56.55	43.45	25 - 60	
N° 40	0.425	192.83	12.62	69.18	30.82		
N° 50	0.297	186.23	12.19	81.37	18.63	5 - 30	
N° 100	0.149	188.21	12.32	93.69	6.31	0 - 10	
N° 200	0.075	60.50	3.96	97.65	2.35		
Lavado		35.86	2.35	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		<b>1,527.46</b>	<b>100.00</b>				

Módulo de Fineza = 2.90

Superficie específica (cm<sup>2</sup>/gr) = 56.0

**CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/B LOGUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 28 5733  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO





## GRAVEDAD ESPECIFICA, PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS



Proyecto : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005

Región/Provin. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE

Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA

Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Fecha : ENERO DEL 2023

### AGREGADO GRUESO (MTC E 206)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca (gr)	2,016.02	2,009.99	
Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	2,035.84	2,030.92	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	1,262.48	1,259.67	
Peso Especifico de masa	2.61	2.61	2.61
Peso Especifico de masa SSS	2.63	2.63	2.63
Peso Especifico aparente	2.68	2.68	2.68
% de Absorción	0.98	1.04	1.01

### AGREGADO FINO (MTC E 205)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
Peso al aire de la muestra seca (gr)	486.09	486.12	
Peso del Picnómetro aforado lleno de agua (gr)	643.73	669.80	
Peso del Picnómetro con la muestra y agua (gr)	950.02	976.01	
Peso de la muestra en SSS (gr)	500.00	500.00	
Temperatura del agua en el ensayo	21.00	21.00	
Corrección por temperatura (K)	0.9980	0.9980	
Peso Especifico de masa	2.50	2.50	2.50
Peso Especifico de masa SSS	2.58	2.57	2.58
Peso Especifico aparente	2.70	2.70	2.70
% de Absorción	2.86	2.86	2.86

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	56.17
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	43.83
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Bulk)</b>	<b>2.56</b>
<b>Gravedad especifica de los sólidos (Aparente)</b>	<b>2.69</b>

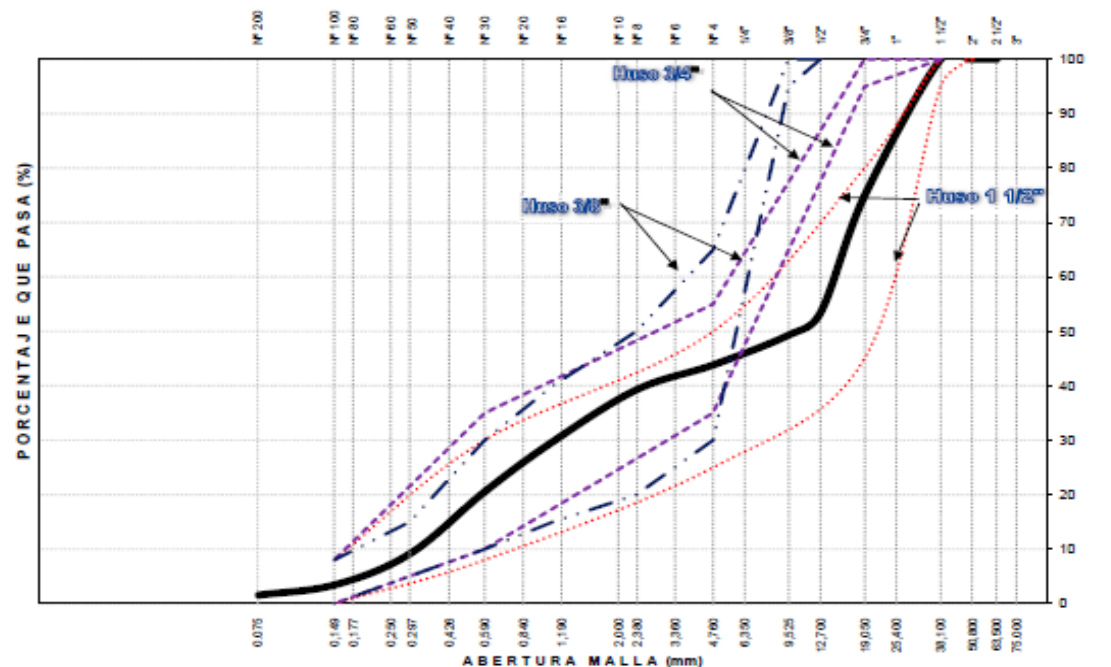
  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285733  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**Proyecto** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"  
**Código** : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-006      **Región/Provincia** : AYACUCHO / HUAMANGA  
**Solicitante** : NANCY CUBA ESCALANTE      **Distrito** : AYACUCHO  
**Centers** : INDICADA      **Lugar** : AYACUCHO  
**Material** : AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO      **Fecha** : ENERO DEL 2023

	TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 3/4		DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
								100	100	RESULTADOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Grava	56.2
	2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% Arena	42.3
	2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	-	-	% de Finos	1.5
	1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	100	100	D <sub>10</sub> = D <sub>4(25%)</sub> =	0.3176
	1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	95	100	D <sub>30(75%)</sub> =	1.1310
	3/4"	19.000	53.41	100.00	25.2	74.84	-	-	D <sub>60(60%)</sub> =	14.6398
	1/2"	12.700	13.70	100.00	46.6	53.40	-	-	Cu =	46.1
	3/8"	9.500	6.13	100.00	50.7	49.31	-	-	Cc =	0.3
	1/4"	6.350	1.52	97.66	54.3	45.75	-	-	D <sub>15(85%)</sub> =	0.4331
	N° 4	4.760	1.26	93.81	56.2	43.83	35	55	D <sub>50(50%)</sub> =	10.0415
	N° 8	2.360	1.10	84.06	60.7	39.26	-	-	D <sub>85(15%)</sub> =	21.5846
	N° 10	2.000	1.08	80.00	62.6	37.39	-	-	Clasificación SUC5	
	N° 16	1.100	1.06	63.40	70.3	29.74	-	-	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA	
	N° 30	0.590	1.02	43.45	79.5	20.53	10	35	tamano Maximo	
	N° 40	0.425	0.99	30.82	85.3	14.71	-	-	Tamaño Maximo Nominal	
	N° 50	0.297	0.97	18.63	90.9	9.10	-	-	Módulo de Fineza	
	N° 100	0.149	0.92	6.31	96.6	3.40	-	8		
	N° 200	0.075	0.86	2.35	98.5	1.55	-	-		
% según análisis del Agregado Global			% del A.G. =		54.0	% del A.F. =		46.0		

### CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GLOBAL



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUE
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE BELLE OLIVERA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 28573  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

### MEZCLAS DE PRUEBA DE CONCRETO (DOSIFICACIÓN EN PESO)

Proyecto : \*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO – 2022\*  
 Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005  
 Cantera AG : CACHI - LA MODERNA : PIEDRA CHANCADA  
 Cantera AF : CACHI - LA MODERNA : ARENA ZARANDEADA  
 Cemento : ANDINO : PORTLAND TIPO I Aditivos: FIBRAS DE AGAVE SISALANA  
ADITIVO 2

#### ENSAYOS EN TANDAS DEL CONCRETO

Nombre	(W/C)/f <sub>c</sub>	CEMENTO (gr)	A.F. (gr)	A.G. (gr)	AGUA (gr)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	P.U. Teórico (kg/m <sup>3</sup> )	Tconc/Tamb (°C)	Slump (")	
MP 01 CON 0% AGAVE SISALANA	210	8722	20327	22742	4513	0.0	0.0	2369.9	23.1	3	4
MP 02 CON 1% AGAVE SISALANA	210	8722	20228	22832	4515	87.2	0.0	2364.8	21.9	3 1/2	4 1/4
MP 01 CON 2% AGAVE SISALANA	210	8722	20129	22521	4516	174.4	0.0	2359.8	25.1	3	3
MP 01 CON 3% AGAVE SISALANA	210	8722	20030	22411	4518	261.7	0.0	2354.7	25.0	4	3 1/2
MP 01 CON 4% AGAVE SISALANA	210	8722	19932	22300	4520	348.9	0.0	2349.6	24.1	3 3/4	4 1/2
MP 01 CON 5% AGAVE SISALANA	210	8722	19833	22190	4522	436.1	0.0	2344.6	19.9	4	4

NOTA:

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AVALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 26174  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



---

# **ANEXO 02**

# **DISEÑO DE MEZCLAS**

# **ANEXO 2.1**

# **SIN ADICION**

 <b>CASAGRANDE</b> <small>CONSULTORIA Y CONSTRUCCION</small>	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE  CONCRETO  (CONSISTENCIA PLÁSTICA  ASENTAMIENTO DE 3" a 4")</b>	 
---	--	---

**Proyecto** : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO – 2022"  
**Código** : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-006 **Región/Provincia:** AYACUCHO / HUAMANGA  
**Solicitante** : NANCY CUBA ESCALANTE **Distrito** : AYACUCHO  
**Cantera** : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA **Lugar** : AYACUCHO  
**Material** : AGREGADO GRUESO Y FINO **Fecha** : ENERO DEL 2023

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - LA MODERNA	: CACHI - LA MODERNA
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1399	1692
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1541	1862
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.68	2.70
PESO ESPECÍFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.79	4.96
MODULO DE FINEZA	7.34	2.90
TAMAÑO MÁXIMO	1 "	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1411	1776

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECÍFICO	3.11


RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$			
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =	210	$f_{cr}$ =	294 kg/cm <sup>2</sup>



ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE			
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE :	2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	<b>205</b> lit/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : <b>FIBRAS DE AGAVE SISALANA</b>		MARCA :	~
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.15	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000
ADITIVO 02 : <b>ADITIVO 2</b>		MARCA :	~
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000


  
**CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.**  
**DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 <b>CASAGRANDE</b> <small>CONSULTORIA Y CONSTRUCCION</small>	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO</b> <b>(CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3" a 4")</b>	
--	---	---

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022

Código : INFORME N° 001-2023/00-00N-23-0-006      Región/Provincia : AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : NANÓY OUBA ESOALANTE      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : OAOHI - LA MODERNA: OAOHI - LA MODERNA      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ENERO DEL 2023

RELACION AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm2)	f'or (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. FIBRAS DE AGAVE	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m3)
210	294	0.56	205	367.1	0.1180	-	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
210	0.657	0.351	0.306	0.334	0.323	0.355	0.302

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.610  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.90  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m				METODO DEL ACI			
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	6.18	48.1	60.8	210	48.8	63.4

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	54.0 %
% del A.F. =	46.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	815.1	949.7	205.0	-	-	2337.0

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bls)	ADITIVO 2 (gr/bls)
210	Resistencia	1.00	2.22	2.59	23.7	-	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	855.6	957.3	190.0	-	-	2369.9

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.48	0.68	205.0	190.0	-	-



DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/ceM. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bls)	ADITIVO 2 (gr/bls)
210	Resistencia	1.0	2.0	2.8	22.0	-	-

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AVALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

---

## **ANEXO 2.2**

# **CON 1.0% FIBRAS DE AGAVE SISALANA**

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3" a 4")</b>	
---	---	---

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022

Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005      Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE      Distrito : AYACUCHO

Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA      Lugar : AYACUCHO

Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ENERO DEL 2023

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - LA MODERNA	: CACHI - LA MODERNA
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUSG (kg/m3)	1399	1692
PUCS (kg/m3)	1541	1862
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.70
PESO ESPECIFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.79	4.96
MODULO DE FINEZA	7.34	2.90
TAMAÑO MAXIMO	1 "	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m3)	1411	1776

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.11

RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$			
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2) =	210	$f_{cr}$ =	294 kg/cm2




ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	<b>ASENTAMIENTO</b>	<b>3"-4" MEZCLA PLÁSTICA</b>
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE :	2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	205 l/m3

ADITIVO			
ADITIVO 01 : FIBRAS DE AGAVE SISALANA		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm3):	1.15	DOSIS (% del peso de cemento):	1.000
ADITIVO 02 : ADITIVO 2		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm3):	1	DOSIS (% del peso de cemento):	0.000


**CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
  
**DAVID DE JESUS GUERRA AYALA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3' a 4')</b>	 
---	---	---

Proyecto : " INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"  
 Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-0-005      Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ENERO DEL 2023

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)	W/C	AGUA (lt/m3)	CEMENTO (kg/m3)	VOLUMEN ABS. CEM. (m3)	VOL. ABS. FIBRAS DE AGAVE	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m3)
210	294	0.56	205	367.1	0.1180	0.0032	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm2)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m3)	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m3)
210	0.654	0.351	0.303	0.333	0.321	0.353	0.301

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO- 0.610  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.90  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m				METODO DEL ACI			
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm2)	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	49.1	50.9	210	46.3	53.7

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. -	54.0 %
% del A.F. -	46.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	811.2	945.1	205.0	3,671.2	-	2332.1

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bis)							
f'c (kg/cm2)	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bis)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bis)	ADITIVO 2 (gr/bis)
210	Resistencia	1.00	2.21	2.57	23.7	425.0	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m3)
210	367.1	851.4	952.6	190.0	3,671.2	-	2364.8

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm2)	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.48	0.68	205.0	190.0	3,671	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm2)	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bis)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bis)	ADITIVO 2 (gr/bis)
210	Resistencia	1.0	2.0	2.8	22.0	425	-

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO






**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -



---

## **ANEXO 2.3**

# **CON 2.0% FIBRAS DE AGAVE SISALANA**

 <b>CASAGRANDE</b> <small>CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</small>	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3' a 4')</b>	 
--	---	---

Proyecto : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022

Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005      Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ENERO DEL 2023

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - LA MODERNA	: CACHI - LA MODERNA
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1399	1692
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1541	1862
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.68	2.70
PESO ESPECÍFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.79	4.96
MODULO DE FINEZA	7.34	2.90
TAMAÑO MÁXIMO	1 "	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1411	1776

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECÍFICO	3.11


RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$	
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =	210 $f_{cr}$ = 294 kg/cm <sup>2</sup>



ASENTAMIENTO	
MEZCLA SECA	0"-2"
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"      ASENTAMIENTO      3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"

CONTENIDO DE AIRE	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "      CONTENIDO DE AIRE : 2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "
ASENTAMIENTO	3"-4"      VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 205 lt/m <sup>3</sup>

ADITIVO	
ADITIVO 01: FIBRAS DE AGAVE SISALANA	MARCA : --
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.15      DOSIS (% del peso de cemento) : 2.000
ADITIVO 02: ADITIVO 2	MARCA : --
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1      DOSIS (% del peso de cemento) : 0.000


  
**CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3' a 4')</b>	
---	---	---

Proyecto : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022

Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-0-005  
 Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE  
 Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA  
 Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO  
 Fecha : ENERO DEL 2023

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRAS DE AGAVE	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m <sup>3</sup> )
210	294	0.56	205	367.1	0.1180	0.0064	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
210	0.651	0.351	0.300	0.331	0.320	0.351	0.299

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO= 0.610  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.90  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS m				METODO DEL ACI			
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bt/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	49.1	50.9	210	46.0	54.0

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	54.0 %
% del A.F. =	46.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	607.2	940.5	205.0	7,342.4	-	2327.2

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bis)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bis)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bis)	ADITIVO 2 (gr/bis)
210	Resistencia	1.00	2.20	2.56	23.7	850.0	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	647.3	947.9	190.1	7,342.4	-	2359.8


DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bis)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.48	0.67	205.0	190.1	7,342	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/sem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bis)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bis)	ADITIVO 2 (gr/bis)
210	Resistencia	1.0	2.0	2.7	22.0	850	-

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

## **ANEXO 2.4**

# **CON 3.0% FIBRAS DE AGAVE SISALANA**

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3" a 4")</b>	
---	---	---

Proyecto : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022  
 Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO  
 Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ENERO DEL 2023

DATOS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - LA MODERNA		: CACHI - LA MODERNA
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA		: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO		ZARANDEADO
PUSG (kg/m <sup>3</sup> )	1399		1692
PUCS (kg/m <sup>3</sup> )	1541		1862
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.68		2.70
PESO ESPECÍFICO	2.68		2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01		2.86
HUMEDAD (%)	0.79		4.96
MODULO DE FINEZA	7.34		2.90
TAMAÑO MÁXIMO	1 "		--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "		--
PUSH (kg/m <sup>3</sup> )	1411		1776

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECÍFICO	3.11

RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$			
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =	210	$f_{cr}$ =	294 kg/cm <sup>2</sup>




ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE			
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE :	2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4 "		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	205 lt/m <sup>3</sup>

ADITIVO			
ADITIVO 01 : FIBRAS DE AGAVE SISALANA		MARCA :	--
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.15	DOSIS (% del peso de cemento) :	3.000
ADITIVO 02 : ADITIVO 2		MARCA :	--
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> ):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

 CASAGRANDE CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3° a 4°)</b>	 
--	---	---

Proyecto : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022

Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-0-005  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ENERO DEL 2023

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRAS DE AGAVE	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m <sup>3</sup> )
210	294	0.56	205	367.1	0.1180	0.0096	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
210	0.647	0.351	0.296	0.329	0.318	0.350	0.298

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO- 0.610  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.90  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m				METODO DEL ACI			
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	49.1	50.9	210	45.8	54.2

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. =	54.0 %
% del A.F. =	46.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	803.3	935.9	205.0	11,013.6	-	2322.3

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bls)	ADITIVO 2 (gr/bls)
210	Resistencia	1.00	2.19	2.55	23.7	1,275.0	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	843.1	943.3	190.2	11,013.6	-	2354.7

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.47	0.67	205.0	190.2	11,014	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bls)	ADITIVO 2 (gr/bls)
210	Resistencia	1.0	1.9	2.7	22.0	1,275	-

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 295731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

---

# **ANEXO 2.5**

## **CON 4.0% FIBRAS DE**

### **AGAVE SISALANA**

 <b>CASAGRANDE</b> <small>CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</small>	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3" a 4")</b>	
--	---	---

Proyecto : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022  
 Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005      Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE      Distrito : AYACUCHO  
 Centera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ENERO DEL 2023

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - LA MODERNA	: CACHI - LA MODERNA
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUSG (kg/m3)	1399	1692
PUCS (kg/m3)	1541	1862
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.70
PESO ESPECIFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.79	4.96
MODULO DE FINEZA	7.34	2.90
TAMAÑO MAXIMO	1 "	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m3)	1411	1776

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.11

RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$			
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2) =	210	$f_{cr}$ =	294 kg/cm2



ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE :	2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	205 lt/m3

ADITIVO			
ADITIVO 01 : FIBRAS DE AGAVE SISALANA		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm3):	1.15	DOSIS (% del peso de cemento) :	4.000
ADITIVO 02 : ADITIVO 2		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm3):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000

  
**CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3' a 4')</b>	
---	---	---

Proyecto : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022  
 Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-0-005      Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : NANCY OUBA ESCALANTE      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ENERO DEL 2023

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRAS DE AGAVE	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m <sup>3</sup> )
210	294	0.56	205	367.1	0.1180	0.0128	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
210	0.644	0.351	0.293	0.328	0.316	0.348	0.296

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO- 0.610  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.90  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m					METODO DEL ACI		
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (lt/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	49.1	50.9	210	45.5	54.5

METODO DEL AGREGADO GLOBAL		
% del A.G. -		54.0 %
% del A.F. -		46.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	799.3	931.3	205.0	14,684.8	-	2317.4

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bis)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bis)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bis)	ADITIVO 2 (gr/bis)
210	Resistencia	1.00	2.18	2.54	23.7	1,700.0	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	838.9	938.6	190.2	14,684.8	-	2349.6

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bis)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.47	0.67	205.0	190.2	14,685	-




DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/ceM. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (ft/bis)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bis)	ADITIVO 2 (gr/bis)
210	Resistencia	1.0	1.9	2.7	22.0	1,700	-

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

---

## **ANEXO 2.6**

# **CON 5.0% FIBRAS DE AGAVE SISALANA**

 <b>CASAGRANDE</b> <small>CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.</small>	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3" a 4")</b>	 
--	---	---

Proyecto : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022

Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-0-005      Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE      Distrito : AYACUCHO  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA      Lugar : AYACUCHO  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO      Fecha : ENERO DEL 2023

DATOS DE LOS AGREGADOS		
CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	: CACHI - LA MODERNA	: CACHI - LA MODERNA
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	: ARENA ZARANDEADA
PERFIL	: SUB ANGULOSO	ZARANDEADO
PUSG (kg/m3)	1399	1692
PUCS (kg/m3)	1541	1862
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.68	2.70
PESO ESPECIFICO	2.68	2.70
ABSORCIÓN (%)	1.01	2.86
HUMEDAD (%)	0.79	4.96
MODULO DE FINEZA	7.34	2.90
TAMAÑO MAXIMO	1 "	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	--
PUSH (kg/m3)	1411	1776

DATOS DEL CEMENTO	
MARCA	: ANDINO
TIPO	: PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.11

RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$			
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2) =	210	$f_{cr}$ =	294 kg/cm2


ASENTAMIENTO			
MEZCLA SECA	0"-2"		
MEZCLA PLÁSTICA	3"-4"	ASENTAMIENTO	3"-4" MEZCLA PLÁSTICA
MEZCLA FLUIDA	6"-7"		

CONTENIDO DE AIRE			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "	CONTENIDO DE AIRE :	2.0 %

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 "		
ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	205 lt/m3

ADITIVO			
ADITIVO 01 : FIBRAS DE AGAVE SISALANA		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm3):	1.15	DOSIS (% del peso de cemento) :	5.000
ADITIVO 02 : ADITIVO 2		MARCA : --	
DENSIDAD (gr/cm3):	1	DOSIS (% del peso de cemento) :	0.000


  
**CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>DISEÑO ANALÍTICO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLÁSTICA ASENTAMIENTO DE 3' a 4')</b>	
---	---	---

Proyecto : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022

Código : INFORME N° 001-2023/CG-CON-23-O-005  
 Solicitante : NANCY CUBA ESCALANTE  
 Cantera : CACHI - LA MODERNA: CACHI - LA MODERNA  
 Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

Región/Provincia: AYACUCHO / HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : AYACUCHO  
 Fecha : ENERO DEL 2023

RELACIÓN AGUA/CEMENTO W/C - CEMENTO - ADITIVOS							
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	AGUA (lt/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABS. CEM. (m <sup>3</sup> )	VOL. ABS. FIBRAS DE AGAVE	VOL. ABS. ADITIVO 2 (m <sup>3</sup> )
210	294	0.56	205	367.1	0.1180	0.0160	-

SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS							
w/c o f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	METODO A.C.I		MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
		VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
210	0.641	0.351	0.290	0.326	0.315	0.346	0.295

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO- 0.610  
 MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 2.90  
 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO 3/4 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS m				METODO DEL ACI			
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)	Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
210	8.64	5.16	49.1	50.9	210	45.2	54.8

METODO DEL AGREGADO GLOBAL	
% del A.G. -	54.0 %
% del A.F. -	46.0 %

RESUMEN DE MATERIALES SELECCIONADOS SECOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA DISEÑO (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	795.3	926.6	205.0	18,356.0	-	2312.5

DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bls)							
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA DISEÑO (lt/bls)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bls)	ADITIVO 2 (gr/bls)
210	Resistencia	1.00	2.17	2.52	23.7	2,125.0	-

RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA EFECTIVA (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
210	367.1	834.8	934.0	190.3	18,356.0	-	2344.6

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN HÚMEDO POR M3 DE CONCRETO							
Durabilidad / f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr)	ADITIVO 2 (gr)
210	8.64	0.47	0.66	205.0	190.3	18,356	-

DOSIFICACION EN VOLUMEN HUMEDO EN PIES CÚBICOS (C:AF:AG:AGUA:ADITIVOS)							
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bls)	FIBRAS DE AGAVE SISALANA (gr/bls)	ADITIVO 2 (gr/bls)
210	Resistencia	1.0	1.9	2.7	22.0	2,125	-

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN SIMPLE DEL  
CONCRETO  
(NTP 339.034 / MTC E 704)**

**INF. N° 002-2023/CG-CON-23-O-005**

**PROYECTO:**

"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE  
AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA  
DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS,  
AYACUCHO – 2022"

**SOLICITANTE:**

NANCY CUBA ESCALANTE

**FECHA:**

FEBRERO DEL 2023

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
E.I.P. N° 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005	REGIÓN : AYACUCHO
SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE	PROVINCIA : HUAMANGA
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	DISTRITO : AYACUCHO
FECHA : FEBRERO DEL 2023	LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
1	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.05	304.60	12,652	2.32	337.41	192.13	195.7	210.00	91	93
2	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	149.15	301.95	12,240	2.32	348.87	203.75		210.00	97	
3	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	150.40	300.20	12,417	2.33	333.15	191.35		210.00	91	
4	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	149.10	300.35	12,230	2.33	397.19	232.13	234.3	210.00	111	112
5	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	151.45	300.45	12,534	2.32	418.29	236.93		210.00	113	
6	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	149.90	299.60	12,328	2.33	404.68	233.99		210.00	111	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005	REGIÓN : AYACUCHO
SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE	PROVINCIA : HUAMANGA
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	DISTRITO : AYACUCHO
FECHA : FEBRERO DEL 2023	LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
7	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	149.90	300.35	12,426	2.34	443.97	256.70	248.5	210.00	122	118
8	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	150.15	299.40	12,456	2.35	419.79	241.91		210.00	115	
9	A-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	149.50	302.90	12,466	2.34	424.55	246.79		210.00	118	
10	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.65	300.60	12,551	2.31	396.07	223.75	228.3	210.00	107	109
11	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	150.30	300.50	12,387	2.32	396.72	228.16		210.00	109	
12	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	150.35	300.55	12,263	2.30	405.29	232.94		210.00	111	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO – 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005	REGIÓN : AYACUCHO
SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE	PROVINCIA : HUAMANGA
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	DISTRITO : AYACUCHO
FECHA : FEBRERO DEL 2023	LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO Fc (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
13	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	150.45	304.00	12,558	2.32	494.38	283.77	272.6	210.00	135	130
14	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	150.60	302.95	12,550	2.33	459.96	263.48		210.00	125	
15	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	151.25	302.65	12,718	2.34	476.13	270.41		210.00	129	
16	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	150.30	300.75	12,543	2.35	514.83	296.09	294.2	210.00	141	140
17	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	150.25	307.85	12,804	2.35	507.61	292.13		210.00	139	
18	A-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	150.45	308.70	12,890	2.35	512.60	294.22		210.00	140	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO – 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005	REGIÓN : AYACUCHO
SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE	PROVINCIA : HUAMANGA
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	DISTRITO : AYACUCHO
FECHA : FEBRERO DEL 2023	LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO Fc (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
19	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.55	304.15	12,638	2.30	454.27	256.97	266.5	210.00	122	127
20	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.50	301.60	12,670	2.33	477.28	270.17		210.00	129	
21	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.35	304.20	12,664	2.31	479.96	272.22		210.00	130	
22	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	153.60	305.40	13,239	2.34	547.58	301.55	307.8	210.00	144	147
23	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	150.96	309.20	12,945	2.34	553.21	315.41		210.00	150	
24	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	151.95	302.71	12,672	2.31	544.61	306.46		210.00	146	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005  
 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN Fc (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO Fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO Fc (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
25	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	151.16	302.75	12,860	2.37	602.70	342.72	338.2	210.00	163	161
26	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	151.15	304.35	12,733	2.33	611.00	347.46		210.00	165	
27	A-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	151.65	305.40	13,037	2.36	574.20	324.39		210.00	154	
28	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	152.65	306.30	12,979	2.32	456.26	254.39	261.9	210.00	121	125
29	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	152.20	303.70	12,780	2.31	472.12	264.79		210.00	126	
30	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.65	303.65	12,774	2.33	471.56	266.40		210.00	127	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005  
 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN Fc (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO Fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO Fc (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
31	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	151.80	305.05	12,888	2.33	542.81	306.04	293.2	210.00	146	140
32	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	151.50	302.30	12,757	2.34	532.48	301.41		210.00	144	
33	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	152.80	306.20	13,033	2.32	489.29	272.27		210.00	130	
34	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	151.20	308.25	12,908	2.33	564.89	321.03	320.1	210.00	153	152
35	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	152.05	307.55	12,987	2.33	555.97	312.44		210.00	149	
36	A-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	151.55	303.00	12,877	2.36	577.66	326.77		210.00	156	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO FECHA : FEBRERO DEL 2023	REGIÓN : AYACUCHO PROVINCIA : HUAMANGA DISTRITO : AYACUCHO LUGAR : AYACUCHO
---	--

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO fc (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
37	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.75	305.95	12,716	2.30	429.41	242.27	247.6	210.00	115	118
38	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	150.85	301.80	12,536	2.32	453.96	259.19		210.00	123	
39	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	150.90	302.00	12,566	2.33	423.06	241.38		210.00	115	
40	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	152.25	304.05	12,809	2.31	495.82	277.90	282.3	210.00	132	134
41	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	152.25	304.05	12,863	2.32	500.51	280.53		210.00	134	
42	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	152.25	304.05	12,806	2.31	514.69	288.48		210.00	137	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO FECHA : FEBRERO DEL 2023	REGIÓN : AYACUCHO PROVINCIA : HUAMANGA DISTRITO : AYACUCHO LUGAR : AYACUCHO
---	--

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m3)	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN fc (Kg/cm2)	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO fc (Kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO fc (kg/cm2)	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
43	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	152.25	304.05	12,882	2.33	529.98	297.05	299.7	210.00	141	143
44	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	151.27	305.31	12,979	2.37	522.70	296.80		210.00	141	
45	A-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	151.15	302.20	12,742	2.35	536.96	305.36		210.00	145	
46	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	151.35	303.50	12,676	2.32	376.98	213.81	216.7	210.00	102	103
47	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	152.65	304.25	13,062	2.35	383.98	214.09		210.00	102	
48	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	10/01/2023	7	149.35	302.20	12,286	2.32	381.68	222.32		210.00	106	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022"

 CÓDIGO : INFORME N° 002-2023/CG-CON-23-O-005  
 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE  
 MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

 REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁMETRO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	RESISTENCIA DEL ESPECIMEN f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO RESISTENCIA ENSAYO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESIST. TESTIGO	% RESIST. DEL ENSAYO
49	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	150.30	303.20	12,504	2.32	421.73	242.55	249.1	210.00	115	119
50	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	149.10	302.25	12,158	2.30	431.99	252.47		210.00	120	
51	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	17/01/2023	14	154.41	303.61	13,135	2.31	462.88	252.25		210.00	120	
52	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	153.85	308.15	13,409	2.34	494.92	271.66	272.3	210.00	129	130
53	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	154.46	309.18	13,540	2.34	497.66	271.03		210.00	129	
54	A-5 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	150.60	306.71	12,861	2.35	478.49	274.10		210.00	131	

NOTA : Los testigos de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.


 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA ANALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 285331  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -



## **RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS**

**(NTP 339.078 / MTC E 709)**

**INF. N° 003-2023/CG-CON-23-O-005**

### **PROYECTO:**

"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE  
AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA  
DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS,  
AYACUCHO – 2022"

### **SOLICITANTE:**

NANCY CUBA ESCALANTE

### **FECHA:**

FEBRERO DEL 2023

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
AREA: GEOTECNIA Y CONCRETO

# ANEXO 01

## ENSAYOS DE LABORATORIO



CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>	 

PROYECTO : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022\*

CÓDIGO : INFORME N° 003-2023/CG-CON-23-O-005      REGIÓN : AYACUCHO  
 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE      PROVINCIA : HUAMANGA  
 MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS      DISTRITO : AYACUCHO  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023      LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	F-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	531.00	156.00	156.00	30,180	2.35	28.33	3.63	37.01
2	F-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	532.00	156.00	156.00	30,296	2.36	27.50	3.53	36.01
3	F-1 CON 0% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	531.00	155.00	155.00	29,692	2.33	27.51	3.55	36.18
4	F-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	531.00	154.00	154.00	29,065	2.34	30.10	4.06	41.42
5	F-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	530.00	154.00	154.00	29,425	2.33	29.10	3.77	38.44
6	F-2 CON 1% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	530.00	156.00	156.00	29,954	2.34	29.37	3.75	38.29

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (NTP 339.078 / MTC E 709)</b>	 

PROYECTO : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2022\*

CÓDIGO : INFORME N° 003-2023/CG-CON-23-O-005      REGIÓN : AYACUCHO  
 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE      PROVINCIA : HUAMANGA  
 MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS      DISTRITO : AYACUCHO  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023      LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gr)	PESO UNITARIO APARENTE (tn/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm <sup>2</sup> )
7	F-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	530.00	155.00	155.00	29,828	2.34	30.76	3.96	40.37
8	F-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	533.00	153.00	153.00	28,984	2.34	33.64	4.59	46.80
9	F-3 CON 2% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	532.00	152.00	152.00	29,063	2.35	34.86	4.71	48.08
10	F-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	533.00	152.00	152.00	28,472	2.33	33.48	4.66	47.50
11	F-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	534.00	153.00	153.00	29,295	2.33	34.07	4.54	46.27
12	F-4 CON 3% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	535.00	156.00	156.00	29,925	2.33	34.12	4.47	45.53

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESÚS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

PROYECTO : \* INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO – 2022\*

CÓDIGO : INFORME N° 003-2023/CG-CON-23-O-005  
 SOLICITA : NANCY CUBA ESCALANTE  
 MUESTRA : VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
 FECHA : FEBRERO DEL 2023

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : AYACUCHO

N°	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LONGITUD ESPECIM. (mm)	ANCHO ESPECIM. (mm)	ALTURA DEL ESPECIM. (mm)	PESO DEL ESPECIM. (gf)	PESO UNITARIO APARENTE (t/m <sup>3</sup> )	FUERZA (KN)	MODULO DE ROTURA R (Mpa)	MODULO DE ROTURA R (Kg/cm <sup>2</sup> )
13	F-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	532.00	153.00	153.00	29,471	2.37	28.76	3.86	39.40
14	F-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	534.00	152.00	152.00	28,910	2.36	27.17	3.79	38.63
15	F-5 CON 4% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	532.00	153.00	153.00	28,496	2.32	28.83	3.98	40.55
16	F-6 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	532.00	155.00	155.00	29,030	2.35	26.64	3.68	37.48
17	F-6 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	532.00	155.00	155.00	29,071	2.35	27.50	3.79	38.69
18	F-6 CON 5% AGAVE SISALANA	03/01/2023	31/01/2023	28	532.00	156.00	156.00	29,207	2.35	26.01	3.57	36.36

NOTA : Los vigas de concreto han sido preparados, curados y transportados por los solicitantes.

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

---

# ANEXO 02

## CERTIFICADOS DE CALIBRACION



CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
-----  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION 2022 - 2023**

ENSAYOS REALIZADOS	EQUIPOS EMPLEADOS
1. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO	BALANZA 8200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
2. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
3. HUMEDAD NATURAL EN AGREGADOS	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
4. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	BALANZA 4200 gr.
	HORNO 720 lt - 250°C
5. COMPRESION SIMPLE	BALANZA 30 000 gr.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN
6. FLEXION CON CARGAS A LOS 2 TERCIOS	BALANZA 100 kg.
	PIE DE REY 30 mm
	MAQUINA COMPRESION 1000 KN

  
 CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
 CONSTRUCCION S.A.C.  
 DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP No 285731  
 AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -



---

## CERTIFICADOS DE CALIBRACION **BALANZAS**

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION-S.A.C.  
-----  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

---



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**

**M-22933-003 RO**

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PAJ4102
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	B640110613
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 004
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	4100 g
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinoa 570
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**

04

*Number of pages of the certificate and documents attached*

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*


**Firmas que Autorizan el Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Teófilo Durán Romero  
Metrologo Laboratorio de Metrología

LUPC-24-F-01 R7.0

**CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | FBX 57 (1) 745 4855 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	B640110613
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 004
<b>Resolución</b>	0,01 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 4100 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1
<b>Certificado No.</b>	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios
<b>Documento de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**  
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> p=95,45%
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,014	2,12
100,000	99,99	99,99	-0,010	-0,010	0,014	2,11
500,000	500,00	500,01	0,000	0,010	0,015	2,08
1 000,000	1 000,00	1 000,01	0,000	0,010	0,019	2,03
1 500,000	1 499,99	1 499,99	-0,010	-0,010	0,023	2,02
1 999,997	2 000,00	2 000,01	0,003	0,013	0,029	2,01
2 499,997	2 500,00	2 500,01	0,003	0,013	0,034	2,01
2 999,997	3 000,01	3 000,01	0,013	0,013	0,040	2,01
3 499,997	3 500,00	3 500,00	0,003	0,003	0,046	2,01
4 099,994	4 100,01	4 100,01	0,016	0,016	0,054	2,01

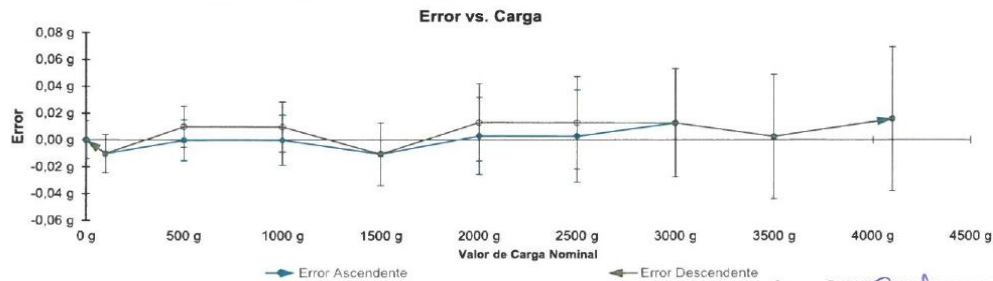


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745-4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 1400 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	g	g
1	1399,99	-----
2	1399,99	0,00
3	1400,02	0,03
4	1400,00	0,01
5	1399,99	0,00
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,03</b>

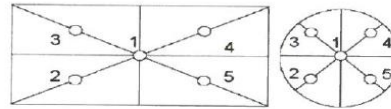


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	2050 g	4100 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	2050,00	4100,01
2	2049,99	4100,01
3	2049,99	4100,00
4	2050,00	4100,00
5	2050,00	4100,01
6	2050,00	4100,00
7	2050,00	4100,00
8	2050,00	4100,01
9	2049,99	4100,00
10	2050,00	4100,01
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,004 8 g</b>	<b>0,005 3 g</b>

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura Máxima: 18,0 °C  
Humedad Máxima: 50 % HR  
Presión Barométrica Máxima: 1000,2 hPa

Temperatura Mínima: 17,0 °C  
Humedad Mínima: 49 % HR  
Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AVALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 295731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233440 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 7,63 E-07 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,44 E-05 + 2,46 E-09 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**TRAZABILIDAD**

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No. M-22933-003**





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
*Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory*

**M-22933-001 R0**

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	AXB201/E	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	B644227517	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 006	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	8200 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan el Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Teófilo Durán Romero  
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R 7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología | Cl 18 # 1038 72 | Pbx 57 (1) 745 4555 3172233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	B644227517
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 006
<b>Resolución</b>	0,1 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 8200 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1
<b>Certificado No.</b>	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios

**Documento de Referencia** Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**  
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> , p=95,45% ----
1,00	1,0	1,0	0,00	0,00	0,14	2,12
500,00	500,0	500,0	0,00	0,00	0,14	2,11
1 000,00	1 000,0	1 000,0	0,00	0,00	0,14	2,11
2 000,00	2 000,0	2 000,0	0,00	0,00	0,15	2,10
3 000,00	3 000,0	3 000,0	0,00	0,00	0,15	2,08
3 999,99	4 000,0	4 000,0	0,01	0,01	0,16	2,06
5 000,00	5 000,0	5 000,0	0,00	0,00	0,17	2,05
6 000,00	6 000,0	6 000,0	0,00	0,00	0,19	2,03
7 000,00	7 000,0	7 000,0	0,00	0,00	0,20	2,03
8 200,00	8 200,1	8 200,0	0,10	0,00	0,22	2,02

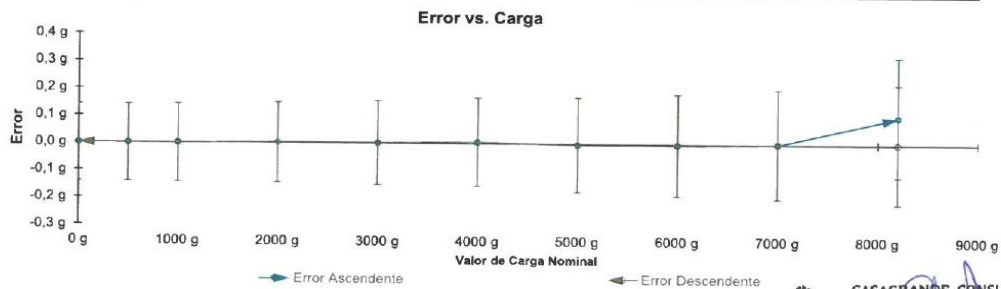


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1039 72 | Pbx: 57 (1) 745 4565 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 2800 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	2 800,0	-----
2	2 800,0	0,0
3	2 800,0	0,0
4	2 799,9	- 0,1
5	2 799,9	- 0,1
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,1</b>

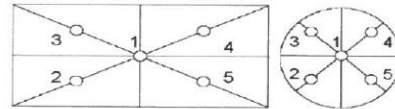


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	4100 g	8200 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	4 100,0	8 200,1
2	4 099,9	8 200,0
3	4 100,0	8 200,1
4	4 100,0	8 200,1
5	4 099,9	8 200,0
6	4 100,0	8 200,0
7	4 100,0	8 200,1
8	4 099,9	8 200,0
9	4 100,0	8 200,0
10	4 100,0	8 200,1
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,048 g</b>	<b>0,053 g</b>

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura Máxima: 21,5 °C  
Humedad Máxima: 47 % HR  
Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 20,1 °C  
Humedad Mínima: 45 % HR  
Presión Barométrica Mínima: 1000,1 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

**M-22933-001 R0**

Page / Pág. 4 de 4

#### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 2,98 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,44 E-03 + 1,35 E-09 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

#### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



#### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-22933-001**

LM-PC-24-F-01 R7.0

Fin del Certificado



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

**M-22933-005 R0**

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	R31P30	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	83374412539	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 008	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	30000 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan el Certificado**  
*Signatures Authorizing the Certificate*

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tegn. Francisco Durán Romero  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 # 103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	83374290343
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 008
<b>Resolución</b>	1 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 30000 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1 y F1
<b>Certificado No.</b>	M-4689 Unión Metrológica / M-20632-001 PINZUAR / M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios
<b>Documento de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una pre carga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**  
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> , p=95,45%
1,00	1	1	0,00	0,00	0,82	2,01
500,00	500	500	0,00	0,00	0,82	2,01
1 000,00	1 000	1 000	0,00	0,00	0,82	2,01
2 000,00	2 000	2 000	0,00	0,00	0,82	2,01
5 000,02	5 000	5 000	- 0,02	- 0,02	0,82	2,01
10 000,01	10 000	10 000	- 0,01	- 0,01	0,82	2,01
15 000,03	15 000	15 000	- 0,03	- 0,03	0,82	2,01
20 000,02	20 000	20 000	- 0,02	- 0,02	0,82	2,01
25 000,04	25 000	25 000	- 0,04	- 0,04	0,82	2,01
30 000,04	30 000	30 000	- 0,04	- 0,04	0,82	2,01

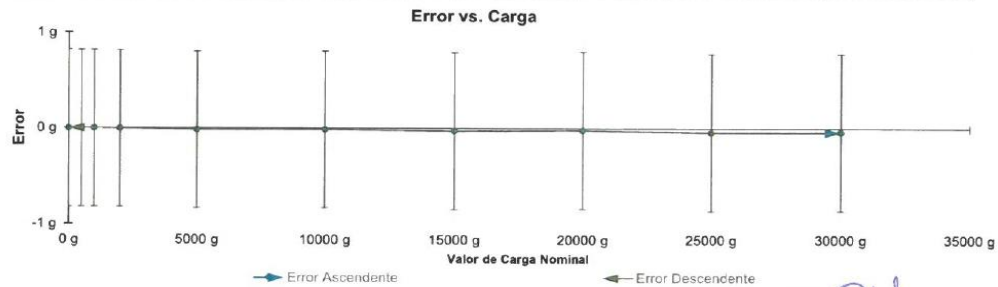


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 | 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 10000 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	10 000	---
2	10 000	0
3	10 000	0
4	10 000	0
5	10 000	0
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0</b>

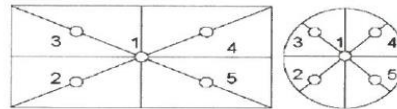


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	15000 g	30000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	15 000	30 000
2	15 000	30 000
3	15 000	30 000
4	15 000	30 000
5	15 000	30 000
6	15 000	30 000
7	15 000	30 000
8	15 000	30 000
9	15 000	30 000
10	15 000	30 000
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,00 g</b>	<b>0,00 g</b>

**CONDICIONES AMBIENTALES**

**Temperatura Máxima:** 20,5 °C  
**Humedad Máxima:** 47 % HR  
**Presión Barométrica Máxima:** 1000,1 hPa

**Temperatura Mínima:** 20,1 °C  
**Humedad Mínima:** 46 % HR  
**Presión Barométrica Mínima:** 1000,0 hPa

LM-PC-24-F-01 R7.0

CASABLANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033 72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 | 3174233440 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

**M-22933-005 R0**

Page / Pág. 4 de 4

#### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -1,37 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 E-01 + 6,58 E-12 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

#### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



#### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-005**

LM-PC-24-F-01 R7.0

Fin del Certificado

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | PBX: 57 (1) 745 4655 - 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 075-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-27

1. SOLICITANTE : CASAGRANDE CONSULTORIA  
Y CONSTRUCCION SAC

DIRECCIÓN : Jr. Quinua 570 Juliaca - Puno

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : T24PE

NÚMERO DE SERIE : B000117JPV

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 100 kg

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 0.01 kg

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN ( e ) : 0.01 kg

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2022-03-14

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 reglamentaciones vigentes.

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

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. MASA DE G&L LABORATORIO S.A.C  
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA



Gilmer Antonio Huamani Pocuiloma  
Responsable del Laboratorio de Metrología

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONSTRUCCION



Teléfono:  
(01) 622 - 5514  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23.0 °C	23.2 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 100 kg. la balanza indicó 92.81 kg. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 50.00 kg	Temp. (°C)		Carga L2= 100.00 kg	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)
		Inicial	Final				
		23.0	23.0				
1	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000	
2	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000	
3	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001	
4	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000	
5	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001	
6	50.00	0.005	0.000	100.00	0.004	0.001	
7	50.00	0.008	-0.003	100.00	0.004	0.001	
8	50.00	0.005	0.000	100.00	0.005	0.000	
9	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.005	0.000	
10	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.004	0.001	
Diferencia Máxima							0.003
Error máximo permitido ±					0.03 kg		± 0.03 kg



CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)								
	Inicial 23.1		Final 23.2						
Carga mínima (kg)	Determinación de E <sub>s</sub>				Determinación del Error corregido				
	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E <sub>0</sub> (kg)	Carga (kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E <sub>c</sub> (kg)
1	0.10	0.10	0.007	-0.002	30.00	30.00	0.006	-0.001	0.001
2		0.10	0.007	-0.002		30.00	0.006	-0.001	0.001
3		0.10	0.005	0.000		30.00	0.006	-0.001	-0.001
4		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.007	-0.002	-0.001
5		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.005	0.000	0.001

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0.03 kg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	Temp. (°C)					emp(**)			
	Inicial 23.2		Final 23.2						
I(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				±(kg)
	ΔL(kg)	E(kg)	E <sub>0</sub> (kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E <sub>0</sub> (kg)		
0.10	0.10	0.007	-0.002	0.000	0.20	0.006	-0.001	0.001	0
0.20	0.20	0.007	-0.002	0.000	5.00	0.006	-0.001	0.001	0
5.00	5.00	0.006	-0.001	0.001	10.00	0.007	-0.002	0.000	0
10.00	10.00	0.007	-0.002	0.000	20.00	0.006	-0.001	0.001	0
20.00	20.00	0.006	-0.001	0.001	30.00	0.007	-0.002	0.000	0
30.00	30.00	0.007	-0.002	0.000	50.00	0.006	-0.001	0.001	0
50.00	50.00	0.005	0.000	0.002	60.00	0.006	-0.001	0.001	0
60.00	60.00	0.005	0.000	0.002	70.00	0.006	-0.001	0.001	0
70.00	70.00	0.005	0.000	0.002	80.00	0.005	0.000	0.002	0
80.00	80.00	0.004	0.001	0.003	100.00	0.004	0.001	0.003	0
100.00	100.00	0.004	0.001	0.003					

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,185E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,765E-08 \text{ kg}^2 + 494E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

DAVID DE JESUS GUERRA AVILA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 28573  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima




**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -



---

## CERTIFICADOS DE CALIBRACION HORNOS DE SECADO

 CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
*David Guerra Ayala*  
-----  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura**  
Calibration Certificate - Temperature Laboratory

**T-22933-019 R0**

Página / Page 1 de 4


<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PG-2005	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	102	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	HRN-003	
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized Signatures*

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tecg. Oscar Eduardo Briceño  
Métrologo Laboratorio de Metrología

LD-PC-21-F-01 R1 1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 235731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | Fbx. 57 (1) 746 4555 | 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**DATOS TÉCNICOS**

**Método Empleado** Comparación Directa  
**Documento de Referencia** DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010  
**Resolución** 0,01 °C  
**Patrón(es) de referencia** Termómetro Digital  
**Certificado de Calibración** T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar  
**Volumen útil** 800 L

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$K_{p=95,45\%}$
58,8	60,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,5	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

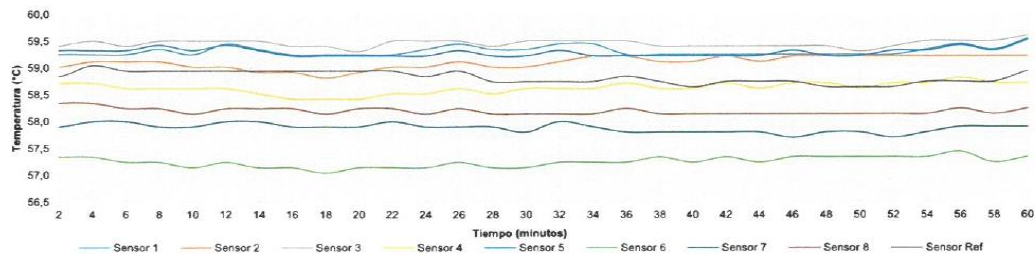
**Resultados de la Caracterización para 60 °C**

Set Point <sup>1</sup> °C	Estabilidad del Medio <sup>2</sup> °C	Uniformidad del Medio <sup>3</sup> °C	Efecto de Radiación <sup>4</sup> °C	Efecto de Carga <sup>5</sup> °C
60,00	0,22	1,58	0,58	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,31	59,10	59,45	58,63	59,29	57,25	57,88	58,20	58,83

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
DAVID DE JESÚS GUERRA AVALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | lbmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**DATOS TÉCNICOS**

**Método Empleado** Comparación Directa  
**Documento de Referencia** DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken 1. Neuauflage 2010  
**Resolución** 0,01 °C  
**Patrón(es) de referencia** Termómetro Digital  
**Certificado de Calibración** T-21368-003 R0 de Pinzuar / T-21368-001 R0 de Pinzuar  
**Volumen útil** 800 L

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al medio isoterma en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$K_{95}=95,45\%$
58,8	60,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,5	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfico 1. Ubicación de los sensores

**Resultados de la Caracterización para 60 °C**

Set Point <sup>1</sup> °C	Estabilidad del Medio <sup>2</sup> °C	Uniformidad del Medio <sup>3</sup> °C	Efecto de Radiación <sup>4</sup> °C	Efecto de Carga <sup>5</sup> °C
60,00	0,22	1,58	0,58	—

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,31	59,10	59,45	58,63	59,29	57,25	57,88	58,20	58,83

Tabla 3. Valor promedio de los sensores

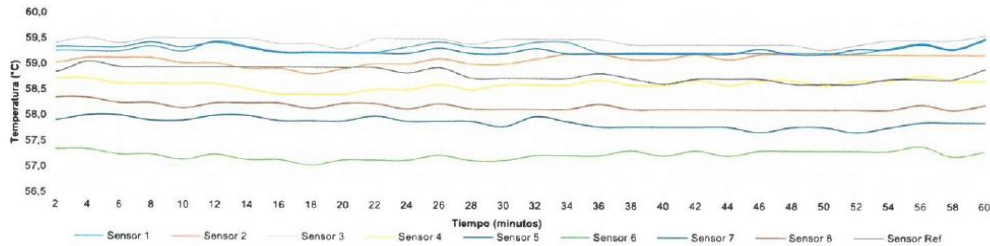


Gráfico 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | FbX: 57 (1) 745 4555 | 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

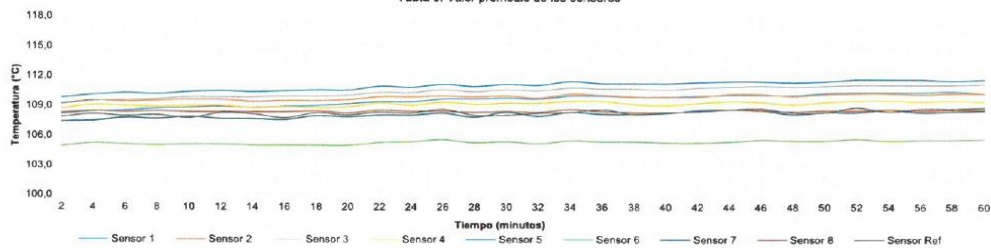
**Resultados de la Caracterización para 110 °C**

Set Point <sup>1</sup>	Estabilidad del Medio <sup>2</sup>	Uniformidad del Medio <sup>3</sup>	Efecto de Radiación <sup>4</sup>	Efecto de Carga <sup>5</sup>
°C	°C	°C	°C	°C
110,00	0,54	3,01	2,35	-----

Tabla 4. Resultados de la caracterización

Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor de Referencia
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
109,53	109,86	110,41	109,18	110,96	105,30	108,08	108,47	108,31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



Gráfica 3. Estabilidad y uniformidad del medio

LM-PC-21-F-01 R7.1

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AVALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** (Continuación)

**Definiciones**

- <sup>1</sup> Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- <sup>2</sup> Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>3</sup> Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>4</sup> Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- <sup>5</sup> Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

**Temperatura Máxima** 19,2 °C  
**Temperatura Mínima** 18,1 °C

**Humedad Máxima** 50 %HR  
**Humedad Mínima** 49 %HR

**INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**OBSERVACIONES**

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285.733  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

Fin del Documento

LM-PC-21-F-01 R7.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

---

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION**  
**PIE DE REY**



CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
  
-----  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-22933-016 R0**

Page / Pág. 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PIE DE REY	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la comprobación de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for checking the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	INSIZE	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	1215-322	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	0921170080	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	VRN-002	
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar, no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**

Authorized Signatures

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

  
**CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 255731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO  
**Tegn. Jaiver Arnulfo López**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-23-F-01 R8.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #1038 72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**DATOS TÉCNICOS**

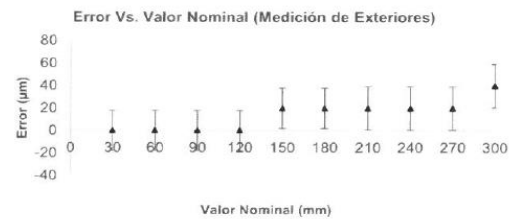
<b>Tipo de Medición</b>	Exteriores e Interiores
<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Documento de Referencia</b>	DI - 008 del Centro Español de Metrología, Edición 1
<b>Tipo de Indicación</b>	Análogica Tipo Nonio
<b>Resolución</b>	0,02 mm
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Bloques Patrón Longitudinales de Caras Paralelas
<b>Certificado No.</b>	LMD201701 de Cidesi; 200295 de C.I.E.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al equipo en referencia se le efectuó una inspección visual con la que se determinó que se encuentra en buen estado, las superficies de medición no presentan sobresaltos, por lo tanto, presenta una buena condición para la medición. Se procede a la realizar la toma de datos respectiva comparando la indicación del equipo con el valor nominal del bloque patrón iniciando la medición con la puesta a cero del equipo.

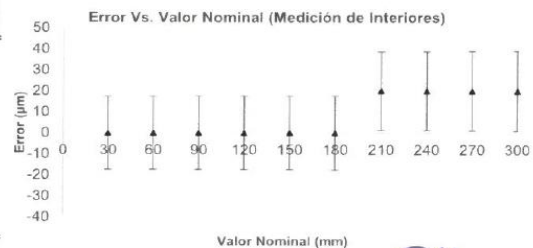
**Tabla 1. Resultados de las Superficies para Medición de Exteriores**

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error µm	Incertidumbre Expandida µm	k (p=95,45%)
30	30,000	0	18	2,00
60	60,000	0	18	2,00
90	90,000	0	18	2,00
120	120,000	0	18	2,00
150	150,020	20	18	2,00
180	180,020	20	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,040	40	19	2,00



**Tabla 2. Resultados de las Superficies para Medición de Interiores**

Valor Nominal mm	Promedio mm	Error µm	Incertidumbre Expandida ± µm	k (p=95,45%)
30	30,000	0	17	2,01
60	60,000	0	17	2,01
90	90,000	0	17	2,01
120	120,000	0	17	2,01
150	150,000	0	17	2,00
180	180,000	0	18	2,00
210	210,020	20	19	2,00
240	240,020	20	19	2,00
270	270,020	20	19	2,00
300	300,020	20	19	2,00



LM-PC-23-F-01 R8.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | FBX: 57 (1) 745 4555 - 317423340 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se llevó a cabo en en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar., las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,7 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,4 °C	Humedad Mínima:	54 %

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-22933-016**

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

LM-PC-23-F-01 R8 0

Fin de Certificado

---

**CERTIFICADOS DE CALIBRACION**

**MAQUINA A**

**COMPRESION**



CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.

---

DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**

**F-22933-011 R0**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 5

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-42D	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	322	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	PDC-001	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2022 - 03 - 29	

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos** 05  
*Number of pages of the certificate and documents attached*


Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan el Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIR N° 225733  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO  
Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda  
Metrologo Laboratorio de Metrología

MPC-05-F-01R12E

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Lab. Centro de Metrología: Cl 18 - #1036 72 | PBX57 (1) 745 4555 | 3174233078 | [metrologia@pinzuar.com.co](mailto:metrologia@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)





**DATOS TÉCNICOS**

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
<b>Clase</b>	1,0	<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión	<b>Modelo</b>	KAL 1MN
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital	<b>Clase</b>	0,5
<b>División de Escala</b>	0,01 kN	<b>Número de Serie</b>	HV325-911250
<b>Resolución</b>	0,01 kN	<b>Certificado de Calibración</b>	5047 del INM
<b>Intervalo de Medición</b>	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	<b>Próxima Calibración</b>	2023-02-03
<b>Limite Inferior de la Escala</b>	2 kN		

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1,2 y 3</sub> kN
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> '	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	kN	
	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ----	Ascendente kN	No Aplica ----		
10	100,00	100,81	101,01	----	100,71	----	100,84
20	200,00	201,76	201,26	----	201,86	----	201,63
30	300,00	301,79	302,39	----	302,39	----	302,19
40	400,00	402,31	402,51	----	402,31	----	402,38
50	500,00	503,02	503,53	----	503,53	----	503,36
60	600,00	603,93	603,33	----	603,63	----	603,63
70	700,00	703,92	704,12	----	704,02	----	704,02
80	800,00	804,42	804,82	----	804,82	----	804,68
90	900,00	905,21	904,91	----	905,41	----	905,18
100	1 000,00	1 005,3	1 005,5	----	1 005,4	----	1 005,4

LM-PC-05-F-01 R12.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 295731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 # 1038 72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 | 3174233642 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOMCO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 2.**

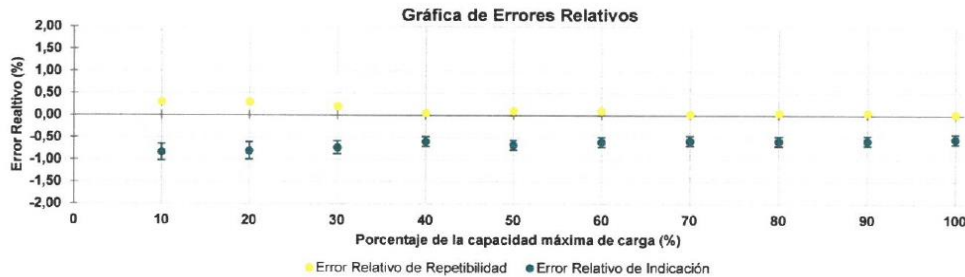
Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,s1}$ %	$f_{0,s2}$ %	$f_{0,sz}$ %	$f_{0,s3}$ %	$f_{0,s4}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa a	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad			kN	%	
	q	b	v					
%	kN	%	%	%			---	
10	100,00	-0,84	0,30	---	0,010	0,19	0,19	2,01
20	200,00	-0,81	0,30	---	0,005	0,39	0,20	2,01
30	300,00	-0,73	0,20	---	0,003	0,44	0,15	2,01
40	400,00	-0,59	0,05	---	0,003	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,67	0,10	---	0,002	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,60	0,10	---	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,57	0,03	---	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,58	0,05	---	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,57	0,06	---	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,54	0,02	---	0,001	1,1	0,11	2,01



**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura Ambiente Máxima: 19,4 °C  
Humedad Relativa Máxima: 46 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 19,1 °C  
Humedad Relativa Mínima: 45 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AVALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 285331  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 13 # 1039 72 | PBX 57 (1) 745 4556 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	---	R <sup>2</sup>
2,93500 E-01	1,00636 E00	-1,25233 E-06	8,06138 E-11		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,92	110,98	121,04	131,10	141,16
150,00	151,22	161,28	171,34	181,40	191,46
200,00	201,52	211,57	221,63	231,69	241,75
250,00	251,81	261,86	271,92	281,98	292,03
300,00	302,09	312,15	322,20	332,26	342,31
350,00	352,37	362,42	372,48	382,53	392,59
400,00	402,64	412,70	422,75	432,80	442,86
450,00	452,91	462,96	473,01	483,07	493,12
500,00	503,17	513,22	523,27	533,32	543,38
550,00	553,43	563,48	573,53	583,58	593,63
600,00	603,68	613,73	623,77	633,82	643,87
650,00	653,92	663,97	674,02	684,06	694,11
700,00	704,16	714,21	724,25	734,30	744,35
750,00	754,39	764,44	774,48	784,53	794,58
800,00	804,62	814,67	824,71	834,76	844,80
850,00	854,84	864,89	874,93	884,98	895,02
900,00	905,06	915,10	925,15	935,19	945,23
950,00	955,27	965,32	975,36	985,40	995,44
1 000,00	1 005,5				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,84	100,92	0,07
200,00	201,63	201,52	- 0,11
300,00	302,19	302,09	- 0,10
400,00	402,38	402,64	0,26
500,00	503,36	503,17	- 0,19
600,00	603,63	603,68	0,05
700,00	704,02	704,16	0,14
800,00	804,68	804,62	- 0,06
900,00	905,18	905,06	- 0,12
1 000,00	1 005,4	1 005,5	0,08

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
DAVID DE JESUS GUERRA AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIF N° 285731  
AREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

LM-PC-05-F-01 R12.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B 72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233643 | labmetrologia@pinzua.com.co | WWW.PINZUA.COM.CO





#### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2,013$  y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

#### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



#### CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

#### OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-011

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.0

CASAGRANDE CONSULTORIA Y  
CONSTRUCCION S.A.C.  
  
DAVID DE JESÚS GUERRA AVALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 253731  
ÁREAS GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 3174233640 | [labmetrologia@pinzuar.com.co](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)



## Figura 24: Apisonado de concreto

En la figura anterior se muestra uno de los procesos para realizar el ensayo de asentamiento o Cono de Abrahams, que permite determinar la trabajabilidad del concreto, cuyo proceso es el siguiente: Luego de obtener la muestra de concreto fresco, se debe humedecer el cono y colocar sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Para iniciar el ensayo se sujeta fijamente con los pies el molde, el cual será llenado en tres capas iguales con un varillado de 25 golpes en de afuera hacia dentro por cada capa. El molde se retira hacia arriba en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, después se mide el asentamiento sobre el centro original de la base superior, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura mezcla.



## Figura 25: Medición del asentamiento

La figura anterior muestra el preciso momento que se realiza la medición del asentamiento (Slump) del concreto en estado fresco para una dosificación de concreto que tiene 5% de fibras de Agave Sisalana.



## Figura 26:Elaboración de probetas

*Consiste en la elaboración de moldes o testigos de concreto para diferentes dosificaciones de Agave sisalana.*

*En la imagen anterior se preparó un testigo de concreto cuyos moldes se han limpiado y lubricado previamente con la incorporación del 3% de fibras de Agave Sisalana la cual será evaluada a diferentes edades (7, 14 y 28 días). A través del ensayo de compresión.*



### Figura 27:Elaboración de Vigas

Consiste en la elaboración de moldes o vigas de concreto para diferentes dosificaciones de Agave sisalana.

En la imagen anterior se preparó un molde de viga de concreto que se halimpiado y lubricado previamente, el molde de concreto se preparó con la incorporación del 4% de fibras de Agave Sisalana la cual será evaluada a diferentes edades (14 y 28días). A través del ensayo de resistencia a la flexión.



**Figura 28: Probetas elaboradas**

*En la imagen anterior se muestra algunos de los moldes listos para ser ensayadas, dichos moldes cuentan con una nomenclatura de identificación tales como, resistencia, fecha elaborada, dosificación de fibras de Agave sisalana empleada.*

*Dichos moldes serán evaluadas y ensayadas a través del ensayo de resistencia a la compresión.*



### Figura 29: Ensayo a compresión

En la figura anterior se muestra el molde de concreto, la cual será evaluada a través del ensayo de resistencia a la compresión, cabe señalar que el testigo de concreto empleado para este ensayo contiene una incorporación del 3% de fibras de Agave Sisalana, donde se observa la falla inicial producida en el concreto.



### Figura 30: Ensayo a compresión

En la figura anterior se muestra el molde de concreto, la cual será evaluada a través del ensayo de resistencia a la compresión, cabe señalar que el testigo de concreto empleado para este ensayo contiene una incorporación del 4% de fibras de Agave Sisalana, donde se observa la falla inicial producida en el concreto.



### Figura 31: Ensayo a flexión del concreto

En la figura anterior se muestra el molde de viga de concreto ensayada, la cual ha sido evaluada a través del ensayo de resistencia a la flexión, a través del equipo de flexión, cabe señalar que el testigo de concreto empleado para este ensayo contiene una incorporación del 4% de fibras de Agave Sisalana, donde se observa la falla inicial producida en la viga de concreto.



### Figura 32: Ensayo a flexión del concreto

En la figura anterior se muestra el molde de viga de concreto ensayada, la cual ha sido evaluada a través del ensayo de resistencia a la flexión, a través del equipo de flexión, cabe señalar que el testigo de concreto empleado para este ensayo contiene una incorporación del 1% de fibras de Agave Sisalana, donde se observa la falla inicial producida en la viga de concreto.



**ACTA N° 011-2024-FIMGC: ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, a los 2 días del mes de febrero de 2024, siendo las 04:00PM, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del MSc. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS Decano de la FIMGC y los miembros Dr. Hemerson LIZARBE ALARCÓN, Mg. Edward LEÓN PALACIOS, Mg. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO, actuando como secretario docente el Arq. Juan Carlos SÁNCHEZ PAREDES, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Civil, de la bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

**NANCY CUBA ESCALANTE**

Quien presentó la tesis denominada:

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO - 2023**

Los señores miembros del jurado, luego de expuesto el tema y absueltas las preguntas, lo declaran:

-----  
Aprobada con quince (15)  
-----

Siendo las 05:20 PM del día 02 de febrero de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis. Firman los miembros del jurado de tesis en señal de conformidad.

-----  
MSc. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS  
Presidente

-----  
Mg. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO  
Miembro

-----  
Mg. Edward LEÓN PALACIOS  
Miembro

-----  
Arq. Juan Carlos SÁNCHEZ PAREDES  
Secretario docente de la FIMGC

-----  
Dr. Hemerson LIZARBE ALARCÓN  
Miembro

cc:  
Archivo



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### CONSTANCIA N° 007-2024-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuelas Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 476-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

**Apellidos y Nombres** : CUBA ESCALANTE, NANCY  
**Escuela Profesional** : INGENIERÍA CIVIL  
**Título de la Tesis** : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO-2023  
**Evaluación de la Originalidad** : 27 % Índice de Similitud  
**Identificador de la entrega** : 2271853996

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 16 de enero del 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

**Msc. Ing. Atex Sander JRCANAUPA HUAMANI**  
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado  
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

# INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO-2023

*por* NANCY CUBA ESCALANTE

---

**Fecha de entrega:** 16-ene-2024 07:52a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2271853996

**Nombre del archivo:** BORRADOR\_TESIS\_NANCY\_CE.pdf (14M)

**Total de palabras:** 17781

**Total de caracteres:** 96885

# INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE LA FIBRA DE AGAVE SISALANA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, AYACUCHO-2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
5	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.repositorio.upla.edu.pe">www.repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo