



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Aplicación de Macro Fibra de Vidrio para mejorar la Resistencia a la  
Flexión de Pavimento Rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Flores Viera, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4957-369X)

**ASESOR:**

Ing. Alzamora Román, Hermer Ernesto (ORCID: 0000-0002-2634-7710)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## Dedicatoria

Dedico primordialmente el proyecto de tesis a Dios, por permitirme llegar a este instante tan particular de mi formación profesional y por haberme enseñado a apreciar todos los días más los instantes difíciles. A mis padres por acompañarme incondicionalmente a lo largo de todo mi camino académico y de mi vida, con sus consejos supieron guiarme para culminar una de mis misiones. A mis instructores, gracias por su tiempo, por su acompañamiento, de esta forma como por la inteligencia que me transmitieron en el avance de mi formación profesional.

**Flores Viera Luis Alberto**

## Agradecimiento

Antes que nada, el presente trabajo de tesis me agradaría agradecer a Dios, por haberme acompañado a lo largo de mis estudios dándome sabiduría, salud y valor para sobrepasar obstáculos y adversidades durante toda mi vida.

Agradezco además la seguridad y el acompañamiento brindado de parte de mis padres y hermanos, que todo el tiempo me apoyan incondicionalmente demostrándome su amor y paciencia a lo largo de mi vida.

Gracias a toda la gente que participaron directa o de forma indirecta leyendo, opinando, corrigiendo, dándome ánimo, acompañándome en todo el desarrollo para hacer mi proyecto de tesis.

**Flores Viera Luis Alberto**

## Índice de Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenido.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	34
<b>3.1. Tipo de diseño de investigación.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2. Varibales y operacinalizacion.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....</b>	<b>40</b>
<b>3.5. Procedimeintos.....</b>	<b>44</b>
<b>3.6. Método del análisis de datos.....</b>	<b>49</b>
<b>3.7. Aspectos éticos.....</b>	<b>50</b>
IV. RESULTADOS.....	51
V. DISCUSIÓN.....	76
VI. CONCLUSIÓN.....	78
VII. RECOMENDACIÓN.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
VIII. ANEXOS.....	85

## Índice de Tablas

Tabla 1: Propiedades mecánicas de la fibra de vidrio .....	13
Tabla 2: cantidad de capas requeridas en la elaboración de las vigas .....	21
Tabla 3: Periodo de diseño por de tipo de carretera .....	27
Tabla 4: Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO 93 .....	28
Tabla 5: Desviación Normal de la Confiabilidad .....	29
Tabla 6: Coeficiente - transferencia de carga .....	32
Tabla 7: Coeficiente de drenaje para pavimento rígido .....	33
Tabla 8: Operacionalización de Variables .....	38
Tabla 9: Muestra de la Investigación .....	40
Tabla 10: Técnica para recolección de datos .....	41
Tabla 11: Instrumento para la recolección de datos .....	42
Tabla 12: Tabla de Validez .....	43
Tabla 13: Tabla de Confiabilidad .....	43
Tabla 14: Análisis granulométrico en agregado grueso .....	51
Tabla 15: Análisis granulométrico - agregado fino .....	52
Tabla 16: Peso Unitario del agregado grueso suelto .....	54
Tabla 17: Peso Unitario del agregado grueso compactado .....	54
Tabla 18: Peso Unitario del agregado fino suelto .....	55
Tabla 19: Peso Unitario del agregado fino compactado .....	55
Tabla 20: Gravedad específica y absorción en agregado grueso .....	56
Tabla 21: Gravedad específica y absorción en el agregado fino .....	56
Tabla 22: Materiales para el diseño de mezcla de concreto .....	57
Tabla 23: Análisis del diseño .....	58
Tabla 24: Cantidad de materiales m <sup>3</sup> – Peso Seco .....	59
Tabla 25: Corrección por humedad .....	59
Tabla 26: Proporción en peso .....	59
Tabla 27: Dosificación para una probeta patrón .....	60
Tabla 28: Cantidad de los materiales en m <sup>3</sup> – Peso Seco - Macrofibra de vidrio 4kg/m <sup>3</sup> .....	60
Tabla 29: Dosificación para una probeta patrón y 4kg/m <sup>3</sup> macro fibra de vidrio .....	60
Tabla 30: Cantidad de los materiales en m <sup>3</sup> – Peso Seco - Macrofibra de vidrio 4kg/m <sup>3</sup> .....	61
Tabla 31: Dosificación para una probeta patrón y 5kg/m <sup>3</sup> macrofibra de vidrio .....	61
Tabla 32: Cantidad de los materiales en m <sup>3</sup> – Peso Seco - Macrofibra de vidrio 4kg/m <sup>3</sup> .....	62
Tabla 33: Dosificación para una probeta patrón y 6kg/m <sup>3</sup> macrofibra de vidrio .....	62
Tabla 34: Resultados cuantitativos de resistencia por compresión a los 7 primeros días .....	63
Tabla 35: Resultados cuantitativos de resistencia por compresión a 14 días .....	64
Tabla 36: Resultados cuantitativos de resistencia en compresión en 28 días .....	64

Tabla 37: Resultado del ensayo a compresión axial del concreto patrón a las edades en 7, 14 y 28 días.....	65
Tabla 38: Resultado del ensayo de compresión axial en el concreto sumando 4kg/m <sup>3</sup> macro fibra de vidrio a las edades de 7, 14 y 28 días .....	66
Tabla 39: Resultado del ensayo a compresión axial del concreto añadiendo 5kg/m <sup>3</sup> macro fibra de vidrio en 7, 14 y 28 días .....	67
Tabla 40: Resultado del ensayo realizado en compresión axial para el concreto adjuntando 6kg/m <sup>3</sup> macrofibra de vidrio a las edades de 7, 14 y 28 días.....	68
Tabla 41: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 7 días .....	69
Tabla 42: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 28 días .....	71
Tabla 43: Resultados cuantitativos de resistencia a flexión Patrón.....	72
Tabla 44: Tabla 37: Resultados cuantificados de resistencia por flexión con 4kg/m <sup>3</sup> de macro fibra de vidrio.....	73
Tabla 45: Resultados cuantitativos de resistencia a flexión con 5kg/m <sup>3</sup> de macro fibra de vidrio.....	74
Tabla 46: Tabla 39: Resultados cuantitativos de resistencia a flexión con 6kg/m <sup>3</sup> de macro fibra de vidrio.....	75
Tabla 47: Resultado de la Conclusión General .....	78
Tabla 48: Resultados de la Conclusión específica N°01 - Patrón .....	79
Tabla 49: Resultados de la Conclusión específica N°01 – Patrón 7, 14 y 28 días ....	79
Tabla 50: Operacionalización de Variables .....	86

## Índice de Figuras

Figura 1: Ensayo de carga en los puntos tercios.....	16
Figura 2: Ensayo por flexión Norma ASTM C78.....	16
Figura 3: Diagrama de momento flector .....	18
Figura 4: Ensayo de Resistencia por Flexión .....	21
Figura 5: Empelo del Diagrama Fuerza vs Deformación .....	23
Figura 6: Esquema - transferencia de carga entre losas vecinas.....	32
Figura 7: Coeficiente de drenaje .....	32
Figura 8: Diagrama de Flujo .....	44
Figura 9: Agregado Grueso.....	47
Figura 10: Agregado Fino.....	48
Figura 11: Microfibra de Vidrio .....	48
<i>Figura 12: Curva granulométrica - agregado grueso.....</i>	<i>52</i>
Figura 13: Curva granulométrica - agregado fino.....	53
Figura 14: Resistencia a la compresión axial del concreto patrón a las edades de 7, 14 y 28 días.....	65
Figura 15: Resistencia a la compresión axial del concreto añadiendo 4kg/m <sup>3</sup> macro fibra de vidrio a 7, 14 y 28 días .....	66
figura 16: Resistencia a la compresión axial del concreto añadiendo 5kg/m <sup>3</sup> macrofibra de vidrio a los días de 7, 14 y 28.....	67
Figura 17 Resistencia a la compresión axial del concreto añadiendo 6 kg/m <sup>3</sup> de macrofibra de vidrio a edades de 7, 14, y 28 días.....	68
Figura 18: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 7 días .....	69
Figura 19: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 14 días .....	70
Figura 20: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 28 días .....	71
Figura 21: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión Patrón.....	72
Figura 22: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión 4kg/m <sup>3</sup> Macro fibra de vidrio .....	73
Figura 23: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión 5kg/m <sup>3</sup> Macro fibra de vidrio .....	74
Figura 24: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión 6kg/m <sup>3</sup> Macro fibra de vidrio .....	75
Figura 25: Resultados de la Conclusión especifica N°01 – Patrón 7, 14 y 28 días ...	80

## RESUMEN

En la Tesis se establece la predominación de la macrofibra de vidrio para la resistencia a la flexión en pavimento rígido. Para eso, se desarrollaron la comparación de ensayos del preciso patrón versus la aplicación de macrofibra de vidrio entre proporciones 4kg/m<sup>3</sup>, 5kg/m<sup>3</sup> y 6kg/m<sup>3</sup> para un aspecto de resistencia  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ , donde se emplearon los agregados extraídos de la Cantera Sojo (Carretera Paita Sullana).

El enfoque de la exploración es cuantitativo, porque nos implica a ambientes naturales, de igual modo es de tipo aplicada, debido a que se desarrollan inconvenientes que ya están, de nivel explicativo debido a que, se describen fenómenos, conceptos o se relacionan entre conceptos, el diseño es cuasiexperimental de corte transversal. La muestra se estuvo dentro por todo el pavimento rígido del Distrito Sullana. La exhibe va a estar definida por un diseño de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y conformada por 36 viguetas de preciso, donde se va a tener presente los días 7, 14 y 28. De igual modo, se va a tener presente 3 viguetas incorporado 4kg/m<sup>3</sup> de macrofibra de vidrio, 3 viguetas adicionando 5kg/m<sup>3</sup> de macrofibra de vidrio, 3 viguetas con adición del 6kg/m<sup>3</sup> de macrofibra de vidrio.

Por consiguiente, se consiguieron valores de la resistencia a la comprensión axial alcanzadas para el concreto patrón de igual modo para el concreto al cual se le agregó las dosificaciones de 4kg/m<sup>3</sup>, 5kg/m<sup>3</sup> y 6kg/m<sup>3</sup> respectivamente de macrofibra de vidrio. El concreto patrón supero su resistencia a compresión a los 14 días con  $f'c = 200.45 \text{ kg/cm}^2$ , incrementando la resistencia de interfaz  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ . El promedio de la resistencia del concreto común o patrón simboliza el 100% a los 14 días, en tanto que a los 28 días el preciso  $f'c = 175$  agregando 5kg/m<sup>3</sup> consigue 271.22 kg/cm<sup>2</sup> definiendo que en este estudio esta sería la dosificación optima.

Finalmente, concluimos que la macrofibra de vidrio influye por flexión al pavimento rígido, consiguiendo una impecable resistencia por flexión con 5kg/m<sup>3</sup> de macrofibra de vidrio dentro de 28 días correspondiente a los 40.45 kg/cm<sup>2</sup>.

**Palabras clave:** Pavimento, concreto, resistencia por flexión, resistencia por compresión, macrofibra de vidrio.

## ABSTRACT

The thesis establishes the predominance of glass macrofiber for flexural strength in rigid pavement. For this, the comparison of tests of the precise pattern versus the application of glass macrofiber was developed between proportions 4kg / m<sup>3</sup>, 5kg / m<sup>3</sup> and 6kg / m<sup>3</sup> for an aspect of resistance  $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ , where the aggregates were used extracted from the Sojo Quarry (Carretera Paita Sullana).

The exploration approach is quantitative, because it involves us in natural environments, in the same way it is of an applied type, because problems that already exist are developed, of an explanatory level because, phenomena, concepts are described or are related between concepts, the design is quasi-experimental cross-sectional. The sample was inside the entire rigid pavement of the Sullana District. The exhibit will be defined by a design of  $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$  and made up of 36 precise joists, where days 7, 14 and 28 will be kept in mind. Likewise, 3 joists will be present incorporated 4kg / m<sup>3</sup> of glass macrofiber, 3 joists adding 5kg / m<sup>3</sup> of glass macrofiber, 3 joists with addition of 6kg / m<sup>3</sup> of glass macrofiber.

Consequently, values of the resistance to axial compression achieved for the standard concrete were obtained in the same way for the concrete to which the dosages of 4kg / m<sup>3</sup>, 5kg / m<sup>3</sup> and 6kg / m<sup>3</sup> respectively of glass macrofiber were added. The standard concrete exceeded its compressive strength after 14 days with  $f'c = 200.45 \text{ kg} / \text{cm}^2$ , increasing the interface resistance  $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ . The average resistance of common concrete or pattern symbolizes 100% at 14 days, while at 28 days the precise  $f'c = 175$  adding 5kg / m<sup>3</sup> achieves 271.22 kg / cm<sup>2</sup> defining that in this study this would be the optimal dosage.

Finally, we conclude that the glass macrofiber influences the rigid pavement by flexing, achieving an impeccable flexural strength with 5kg / m<sup>3</sup> of glass macrofiber within 28 days corresponding to 40.45 kg / cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Pavement, concrete, flexural strength, compressive strength, glass macrofiber.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de las dificultades en vías de tránsito, es la resistencia ante fuerzas de flexión, la misma que influye en la duración en pavimentos, por ello se investiga a través de ensayos para mejorar la duración de estos pavimentos, utilizando materiales naturales e incorporando aditivos, este último es macro fibra de vidrio.

En el Perú existe variaciones de fuerzas ya sean pesados o livianos lo que hace que los pavimentos no sean sostenibles, esto se debe que no existe muchos estudios en referente a la resistencia del pavimento, asimismo la falta de seguimiento por parte de los gobiernos para dar mayor énfasis a los cambios de temperatura, lluvias, posibles aniegos.

A nivel local, en la Av. Santa Cruz – Sullana del distrito Sullana, es frecuente encontrar vías deterioradas, en zonas más recurrentes, en vías de desarrollo, crecimiento económico, social y demográfico, motivo por el cual la investigación consiste en diseñar pavimento rígido con un concreto cuya resistencia sea  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo macrofibra de vidrio para mejorar la resistencia a fallo por flexión y así verificar el espesor adecuado del pavimento tipo hidráulico.

La macro fibra de vidrio es un material mesclado en dosis mínimas con el concreto da un producto eficaz, bloqueando las fisuras que se produzcan en el concreto debido a su rol de encogimiento plástico, esta macro fibra tiene un diámetro mayor de 0.05 mm a 2 mm, la presentación de esta fibra es de monofilamento o fibriladas. Las microfibras se utilizan al momento de realizar la mezcla del concreto con el mismo método con que se combina los materiales o agregados de construcción, el tiempo mínimo para garantizar su mezcla debe mantenerse entre 3 a 5 minutos, estas microfibras de ningún modo alteran la resistencia a las fuerzas de compresión sobre las resistencias de flexión y tensión, del pavimento.

Es de suma importancia para la ingeniería civil, adaptarse a las nuevas tecnologías lo que permitirá al ingeniero, tener nuevos conocimientos en la mejora del pavimento rígido y realizar estudios que permitan mejorar la calidad de pavimentos con el propósito de disminuir los costos en la ejecución de obras públicas, con pistas que perduren en el tiempo que estos a su vez permitan beneficiar a la sociedad.

Por ende, se ha formulado el siguiente **problema general** ¿De qué manera la aplicación de macrofibra de vidrio influirá en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido en la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020? En consecuente, la investigación desarrolla los siguientes problemas específicos: en primer instancia ¿Cuál es la resistencia a la flexión sin la incorporación de macrofibra de vidrio en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020?, en segundo lugar ¿De qué manera el porcentaje óptimo de macrofibra de vidrio influye en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020? y por ultimo ¿De qué manera la incorporación de macrofibra de vidrio influye en el espesor óptimo del pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020?.

**La justificación** según Valderrama Mendoza, en su libro titulado Pasos para elaborar proyectos de investigación científica, indica la relación que se tiene en el marco teórico, marco conceptual, en la sociedad, prácticas y las metodologías a ser aplicadas en el proyecto de investigación. Asimismo, la tesis determina el proceder del concreto debido a la aplicación de la macrofibra de vidrio en diferentes kilogramos de  $4\text{kg/m}^3$ ,  $5\text{kg/m}^3$  y  $6\text{kg/m}^3$  para determinar la resistencia optima a la flexión. Con el presente estudio se propone brindar datos nuevos correspondientes a las propiedades mecánicas con el fin de mejorar sus propiedades de la mezcla de concreto a emplearse, implementando como método la incorporación de macrofibra de vidrio en su preparación, verificando el progreso a la resistencia del concreto a la flexión. Asimismo, se tendrá en cuenta la justificación en cuanto a la práctica, teórico, sociedad y metodológico, tales como se indica líneas abajo: la **justificación metodológica** tiene como finalidad

diseñar el concreto con un espesor adecuado incorporando macrofibra de vidrio, de tal forma mejorar la resistencia a la flexión y esto se ejecuta mediante ensayos de laboratorio. Por consiguiente, se describe la metodología de la incorporación de la macrofibra de vidrio. En la **justificación teórico** tiene como fin establecer resistencia por flexión con la adición de la macrofibra de vidrio, y la aplicación en el laboratorio para verificar las diferentes dosis y así optimizar el diseño de la mezcla de concreto. Esta investigación pretende aportar nuevos datos respecto a la resistencia a la flexión al utilizar como método la aplicación de la macro fibra de vidrio, asimismo obtener el porcentaje adecuado para el diseño de concreto. En nuestra **justificación social**, la macro fibra de vidrio tiene como propósito mejorar la resistencia a las fuerzas por flexión en los pavimentos rígidos (por donde actualmente se transitan todo tipo de vehículos). Asimismo, la investigación beneficia a los que transitan directamente por la avenida ya sean, transportes públicos o privados en general. Por último, en la **justificación económico** el concreto con la incorporación de la macrofibra de vidrio, nos ayudará a mejorar la resistencia que ejerce el concreto por flexión para el pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, en el presente año 2020, con el fin de reducir el espesor de la carpeta asfáltica, asimismo la aplicación de macrofibra de vidrio nos permite tener ventajas para pavimentos rígidos.

En consecuencia, se plantea el **Objetivo General**: Determinar la influencia de la macrofibra de vidrio en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido en la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020. Como objetivos específicos se tiene: Determinar la resistencia a la flexión sin la incorporación de macrofibra de vidrio en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020, Determinar el porcentaje óptimo de macrofibra de vidrio para la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020 y Determinar el espesor óptimo del pavimento rígido incorporando diferentes porcentajes de macro fibra de vidrio de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020.

Por último, se estableció la **Hipótesis General**: La aplicación de la macrofibra de vidrio mejorará la resistencia del concreto a la flexión para pavimento rígido en la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020. Se tiene los siguientes hipótesis específicos: La resistencia a la flexión no mejorará sin la incorporación de macrofibra de vidrio en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020, El porcentaje óptimo de macrofibra de vidrio mejorará la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020 y El espesor óptimo del pavimento rígido se obtendrá incorporando diferentes porcentajes de macrofibra de vidrio de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Se desarrolla los antecedentes, donde se conforma por estudios nacionales e internacionales, asimismo se desarrolla las bases teóricas describiendo el sustento de cada investigación, a continuación, se describe los estudios previos:

### **Antecedentes Nacionales**

Garcia Chambilla (2017), Menciona en su tesis Con el título “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno”,

Determino como objetivo principal el investigar la respuesta del concreto antes la aplicación de fuerzas de compresión  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> del hormigón al agregar fibras de vidrio y presupuesto de la producción, la exploración tiene un enfoque cuantitativo. Se tiene como resultado que, a los 28 días, la resistencia del hormigón patron es de 214.89 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando de esta forma el  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> de interfaz. Además, al investigar las probetas con integración de fibra de vidrio agregándole el 0.025%, 0.075% y 0.125% en relación a la cantidad de los materiales, se corrobora que la respuesta frente la compresión de 28 días de edad es más grande al del preciso patrón (CP). La exploración concluye manifestando que la integración de estas fibras en valores porcentuales de intensidad 0.025%, 0.075% y 0.125%, la resistencia del preciso incrementa en

relación al común, en todos los grupos de control y la reducción del presupuesto de producción, de igual modo sugiere que integrar fibra de vidrio al preciso hasta el 0.025% en relación al peso total de material, mientras más prominente sea el porcentaje correspondiente a la fibra de vidrio, esta disminuye la resistencia de compresión del hormigón.

Lobatón Estrada (2018), En la tesis titulada “Influencia de vidrio molido en la resistencia por flexión del concreto estructural para pavimentos tipo rígido en la ciudad de Huancavelica – 2018”, fijó como propósito la determinación de la relación del vidrio en estado triturado en la respuesta de la resistencia del concreto a la flexión para pavimento hidráulico en Huancavelica, año 2018. El lineamiento de la metodología es aplicado, de nivel explicativo y con un diseño cuasi – en fase de prueba. Para el estudio se analizaron 45 muestras, conformadas en grupos, las cuales fueron viguetas de vidrio molido – 30, viguetas patrón, viguetas con integración de vidrio semipulido – 16, viguetas introduciendo vidrio tamizado – 8 y las viguetas agregando vidrio granular – 4. Estas muestras fueron sometidas a ensayos de laboratorio para hallar su resistencia por flexión con 7, 14 y 28 días de esas. De la misma forma se han realizado ensayos de compresión a 30 briquetas para consolidar la calidad de la exhibe, así se han realizado ensayos a 75 especímenes en total. Se concluye que al agregar el vidrio triturado a la mezcla hay una predominación en la resistencia por flexión, además luego de investigar las clases de vidrios trozados, se fijó que la cantidad impecable para la resistencia a la flexión, correspondiente al tamiz N°4 de 4.75mm o tipo granular, consiguiendo una resistencia de 45.91 kg/cm<sup>2</sup>, complementariamente provocando una disminución en el espesor de la carpeta de rodadura. Así mismo, sugiere para este tipo de exploración, que utiliza otros tipos de materiales que son reciclables para bajar la proporción de desechos el encontronazo en el medio ámbito, logre incidir de manera directa en la resistencia del concreto.

Fernández Altamirano (2017), En la tesis titulada “Evaluar las proporciones del residuo PVC de tapicería en la resistencia por compresión, asentamiento, flexión y costo en concreto para pavimento del tipo rígido, Trujillo – La Libertad, 2017”, fijó como objetivo principal evaluar los factores de proporción del residuo PVC de tapicería que influyen en el presupuesto, resistencia por flexión y compresión de un concreto a emplearse para pavimento tipo rígido con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . La investigación planteada corresponde es de tipo Cuasi- Experimental, porque manipula variables, teniendo como población el concreto reforzado y la muestra está conformado por 36 probetas, 12 para resistencia por compresión, 12 a la resistencia por flexión y finalmente 12 para asentamiento. De acuerdo a los valores obtenidos en los ensayos que se realizaron al concreto, se eligió diseñar el tipo de pavimento rígido de acuerdo al AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes), en el cual se hallaron los grosores de la carpeta superficial para el hormigón patrón de 20.8 cm y el caso del reforzado un espesor de 18.8 cm; obteniéndose la disminución del espesor de la capa en 2.0 cm, provocando así una reducción en los volúmenes de concreto y una significativa reducción en el presupuesto. Se concluye al analizar las clases de residuos de tapicería, se encontró una óptima cuantía en la resistencia a fuerzas en módulo de rotura, asentamiento y compresión; con valor  $5 \text{ kg/cm}^2$ , provocando reducción de espesor en la carpeta de rodadura, consecuente de una reducción en costos de concreto en un pavimento de  $280 \text{ kg/cm}^2$  rígido y poder así mitigar los impactos ambientales usando materiales de reciclado, asimismo recomienda que, en las próximas tesis o investigaciones a estudiar cuantías de refuerzo de fibra PVC por encima de los  $5 \text{ kg/m}^3$ , con un dimensionamiento de residuo equivalente a  $50 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$  en la realización de los ensayos al asentamiento, flexión y compresión.

Robert Manuel (2019), En su tesis titulada “Resistencia por compresión y módulo de rotura en pavimentos rígidos, añadiendo microsílíce y un policarboxilato” fijó como primordial propósito hallar la resistencia frente fuerzas de compresión de esta forma como el módulo de rotura en el pavimento rígido, con la integración

de policarboxilato y microsilice para saber el espesor de losa; consiguiendo un diseño de mezclas con las proporciones de 5%, 7.5% y 10% en la situación de la micro sílice y la proporción de 0.5%, 1% y 2% de policarboxilato. La exploración corresponde al tipo correlacional - descriptiva y además explicativo con propiedades del procedimiento deductivo y de esta forma de interfaz en fase de prueba. En la población la constituyen 150 probetas en la situación de la resistencia en compresión y para la situación del módulo de rotura se tiene una población de 20 vigas con las proporciones indicadas para microsilice y policarboxilato, los ensayos tuvieron lugar en las instalaciones de la UNI, para conseguir la granulometría, contenido de humedad, peso unitario, porcentaje de absorción, etc, de los agregados de la mezcla, de la misma forma que indican las Normas Técnicas Peruanas tales como: 400.010, 400.017, 400.021, 400.022 y 400.037. Los resultados empleados la correlación llevada a cabo por Pearson se reconocieron las conjeturas particulares 1,2 y 3, las cuales son valores superiores a 0,05; se repudia la conjetura opción y entonces se permite la conjetura nula. Se concluye, que se rechazan la integridad de las conjetura planteadas por los causantes de la exploración en concordancia la data modelada en el SPSS de versión 22, porque se llevó a cabo la prueba de correlación de Pearson, el cual señaló que las cambiantes del estudio tienen un accionar correcto o normal; gracias a que con un tamaño igual al de las muestras para la variable de Resistencia en compresión y al módulo de rotura, es viable estructurar un óptimo accionar en la correlación de Pearson. Oséa, la exhibe de 5%, 7.5% y 10% de microsilice y 0.5%, 1% y 2% de policarboxilato, se expone que se ha rechazado de manera directa la conjetura opción y por lo cual se permite la conjetura nula, ya que el nivel de significancia está por arriba de 0,05, exactamente, la resistencia frente a la compresión y el módulo correspondiente a la rotura del pavimento rígido no se eleva, generado por la conjunción de estos dos materiales previamente nombrados que tienen la capacidad de aguantar esfuerzos a compresión, no obstante, no a flexión, probando que el módulo de rotura baja su valor en relación del hormigón patrón de, 35.4 kg/cm<sup>2</sup> a 29.00

kg/cm<sup>2</sup> el promedio de menor valor, teniendo una sensibilidad alta en el diseño AASHTO 93 para los cálculos completados en el diseño de pavimento. Complementariamente, cabe destacar que se verificó el valor de 988.25 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a compresión en relación a la exhibe habitual (315 kg/cm<sup>2</sup>) acorde a los ensayos del laboratorio al integrar un 10% de microsilíce y el 1% de policarboxilato. De igual modo, se sugiere Discurrir la misma proporción de valores, tanto de ensayo de flexión y de resistencia a la compresión para conseguir una correlación óptima por medio del sistema SPSS, en otras expresiones, una proporción de muestras igual a las cambiantes, así constituir una correcta correlación entre ellas.

Bazán Alcántara & Rojas Casique (2018), En la tesis titulada “Comportamiento mecánico del concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimento rígido adicionando vidrio reciclado, distinto de Moyobamba, San Martín – 2018”, fijó como objetivo primordial Investigar el accionar según sus características mecánicas del hormigón con  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> agregando vidrio reciclado para pavimento rígido en el distrito de Moyobamba, provincia de San Martín en el año 2018. Se empleo una exploración en fase de prueba, asignando al accionar mecánico del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimento rígido como variable ligado y variable sin dependencia a la integración de vidrio reciclado; definiendo como población a 12 muestras prismáticas (vigas) de 0.15 m x 0.15 m x 0.50 m y 12 muestras cilíndricas de 6” x 12” m. Se emplearon las técnicas como observación y entrevista. Según los ensayos completados en el laboratorio a las probetas que se añadieron el vidrio tamizado en los porcentajes de 15%, 25% y 35%, se ha podido comprobar con la adición del 15% del aditivo, en vez de la arena gruesa, el accionar mecánico del preciso es óptimo, consiguiendo valores de resistencia a la compresión cerca de los 224.18 kg/cm<sup>2</sup> semejante a un 106.75% y una resistencia las fuerzas de flexión de 35.3 kg/cm<sup>2</sup> semejante a 110.4% pasados los 28 días. Se concluye luego de conseguir los resultados de laboratorio por compresión y flexión; por lo tanto, concluye que se optimiza la resistencia al integrar 17.65% de vidrio reciclado con una substitución parcial del añadido

abultado y conseguimos saber la mezcla increíble del preciso. De igual modo, sugiere hacer novedosas indagaciones en referente al preciso con diferentes procedimientos de interfaz para las mezclas de tal forma hallar la dosificación precisa, de forma que los agregados mantienen sus propias propiedades y también hacer composiciones entre ellas con el objetivo de hacer mejor su desempeño.

### **Antecedente Internacionales**

Wei & Mao (2020), En la tesis de título “Evaluación de desempeño con fibra de vidrio y poliéster aplicadas en el complejo de mezcla de asfalto”, fijó como objetivo principal estudiar principalmente el rendimiento del complejo de mezcla asfáltica pavimentada con estera de pavimentación de fibra de vidrio y poliéster. Hemos examinado las prestaciones del complejo pavimentado con estera de pavimentación de fibra de vidrio y poliéster midiendo índices de evaluación del complejo de mezcla de asfalto, tales como resistencia a las grietas a baja temperatura, resistencia del refuerzo, rendimiento de cizallamiento en remojo y rendimiento por fatiga, y hemos encontrado que una capa de fibra de vidrio estera de pavimentación de poliéster entre el hormigón base de cemento y la mezcla de asfalto de revestimiento puede mejorar eficazmente el rendimiento del complejo de mezcla de asfalto. En primer lugar, la prueba de flexión y la prueba de escisión muestran que las piezas de ensayo complejas pavimentadas con estera de pavimentación de fibra de vidrio y poliéster tienen una mayor flexibilidad y capacidad de carga, lo que retrasa la aparición y extensión de grietas de reflexión en la mezcla de asfalto de revestimiento. En segundo lugar, la prueba de fatiga de control de tensión y la prueba de fatiga de control de tensión muestran que las piezas de prueba complejas pavimentadas con estera de pavimentación de fibra de vidrio y poliéster pueden prolongar notablemente la vida útil del complejo, prolongando así el tiempo de vida del pavimento asfáltico. Por último, la prueba de corte de remojo y la prueba de fatiga de cizallamiento

muestran que, en comparación con el rollo impermeable y la rejilla de fibra de vidrio, la estera de pavimentación de fibra de vidrio y poliéster puede mejorar la resistencia al cizallamiento de la pieza de prueba compleja de manera más eficaz y mejorar su durabilidad. Se concluye, se evaluaron las prestaciones del complejo de mezcla de asfalto pavimentado con estera de pavimentación de fibra de vidrio y poliéster mediante pruebas de laboratorio, como la prueba de flexión a baja temperatura, la prueba de flexión final, la prueba de resistencia a la escisión, la prueba de fatiga de control de esfuerzo, la prueba de fatiga de control de tensión. La prueba de flexión a baja temperatura ha comparado las resistencias de grietas a baja temperatura de los cuatro complejos: NTP-MAM, YTP-MAM, NTP-SBSAM y YTP-SBSAM. El resultado muestra que la estera de pavimentación de fibra de vidrio y poliéster puede mejorar hasta cierto punto la capacidad de carga y la resistencia a la tracción flexural del complejo. Tiene un efecto evidente en el aumento de la deflexión media, la tensión de tracción flexural y la densidad de energía de tensión y la disminución del módulo de rigidez, por lo que puede mejorar aún más la flexibilidad del complejo y mejorar su resistencia a las grietas a baja temperatura.

Almeida Beltran & Trujillo vivas (2017), En su tesis titulada “Principios básicos de la reconstrucción sostenible aplicando vidrio triturado en la producción de Hormigón”, fijo el objetivo central, el análisis del comportamiento del concreto a través de la sustitución parcial de la arena gruesa por vidrio en estado triturado en proporciones de 30%, 32%, 34%, 36%, 38% y 40% para alcanzar un valor de resistencia de 21MPA para establecer la comparación entre el hormigón Principal y un concreto agregando vidrio triturado y del mismo modo ayudar al uso del reciclaje. Los resultados de laboratorio obtuvieron valores a la resistencia frente a compresión a 7, 14, y, 28 días. Los resultados encontrados determinaron el porcentaje del 36% de agregado fino reemplazado por vidrio triturado obtuvo resistencia a los primeros días incluyendo mejoras en la adherencia y trabajabilidad en sus elementos, formulado que el vidrio en triturado se emplea en la construcción verde o sostenible.

Catalan Arteaga (2013), En su tesis de Título “Estudio de la influencia del vidrio triturado en concreto de grado H15, H20, Y H30”, cuyo fin es dar un mejor entendimiento al usuario lector acerca del reciclaje del vidrio como un agregado más en la mezcla y no como aditivo, sustituyendo cantidad determinada de arena, para encontrar la relación del vidrio triturado en el hormigón, se realizaron mezclas de prueba con graduación de H15, H20 y H30, reemplazando parcialmente la arena por el vidrio. Las resistencias resultantes se compararon con las de hormigones convencionales. Los resultados obtenidos indicaron que la incorporación del vidrio no altera el estado endurecido y fresco de sus propiedades, además de añadir el incremento en la resistencia a un 10% del agregado de vidrio, resultando estable con los estudios previos, y que además corrobora la hipótesis planteada

Cano Cano & Cruz Pulgarin (2017), indica en su tesis titulada “Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón”, fijo como principal objetivo analizar las mezclas de concreto incorporando de vidrio en estado molido, tipo tamizado y finalmente granular en forma de aditivo con la finalidad de incrementar la resistencia debido a la compresión del hormigón, por lo cual se fijaron los objetivos específicos; en primer lugar, el diseño de la mezcla óptimo conteniendo el tamizado, vidrio molido en su preparación; en segundo lugar, la comparación de la resistencia bajo el método convencional y las que incluyan cantidades diferentes de vidrio en molido, granular y tamizado, la investigación empleo el vidrio en tres tipos granulométricas con la finalidad de optimar la resistencia por compresión y demás características mecánicas. A manera de conclusión, al encontrar y contrastar ensayos de resistencia por compresión, las probetas se pudo concluir que las muestras que con contenido de vidrio obtuvieron una resistencia mayor a los testigos de mezcla tradicional, tal como se planteó inicialmente en la hipótesis en cualquiera de las proporciones de estudio.

Lee (2010), En el artículo titulado “Estudio de comportamiento mecánico y retardo de fisuras de un sistema de hormigón asfáltico reforzado con rejilla de fibra de vidrio”, este artículo presenta consideraciones constitutivas de diseño para una rejilla de fibra de vidrio semirrígida impregnada con resina que mejora el rendimiento mecánico de una superposición de hormigón asfáltico y proporciona un patrón para retrasar la propagación de grietas. Una resina de polímero acrílico cubre las hebras de fibra de vidrio estructuradas en rejilla, haciendo que su naturaleza viscoelástica sea compatible con los materiales asfálticos. La notable susceptibilidad a la temperatura de la resina se observa mediante superposición tiempo-temperatura. La resistencia a la tracción de la red de 100 kN/m se calificó mediante mediciones estándar. Las pruebas mecánicas de flexión de tres puntos y carga por fatiga cíclica afirman el rendimiento de retardo del sistema reforzado con rejilla en términos de propagación de grietas. El mecanismo de retardo se ve afectado por la sincronización del patrón de agrietamiento con el perfil de tensión de flexión a través del análisis de imágenes. Un programa de pruebas de carreteras a gran escala del Centro Nacional de Tecnología de Asfalto proporciona una evaluación de los pavimentos reforzados con rejilla. Una inspección visual de la red extraída de la zona de tráfico mostró un estado justo del pavimento.

Por consiguiente, se determina las **teorías relacionadas al tema:**

### **MACRO FIBRA DE VIDRIO**

Según Catalan Arteaga (2013), en sus investigaciones determina que el vidrio posee un componente mayoritario como la sílice originada de la arena, cuarzo o pedernal frágil, dura y mayormente transparente; a pesar de su comportamiento sólido tiene viscosidad alta como fluido. Está conformada por óxidos del tipo metálicos, siendo el óxido de sílice el componente principal, también llamado silicio ( $\text{SiO}_4$ ). Es parecido a un cristal, con diferente orden de sus moléculas de su composición, lugar donde sus enlaces Si-O tienen una irregular distribución, siendo naturalmente un material amorfo, sin un patrón predefinido

Los vidrios tienen la siguiente clasificación, según su estructura química:

- ✓ Vidrio sodio – cálcico
- ✓ Vidrio borosilicato.
- ✓ Vidrio especial
- ✓ Vidrio plomado

El vidrio es un material donde su componente principal es el silicato, se puede encontrar a temperatura ambiente y en estado sólido. Sus características principales como material es ser frágil, duro, resistente a la compresión, desgaste y corrosión, además de ser transparente (RNE, et. al. 2016).

Según Abrigo Campos (2018), define que la “fibra de vidrio es compuesta por una lana de vidrio fundiéndose con una temperatura igual a 145°C y mezcla de caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), arena de sílice ( $\text{SiO}_2$  y carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y, aditivo como óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ) y el reciclaje de vidrio el cual posteriormente es transformado en fibra”.

### **Definición del vidrio y sus propiedades físicas**

La resistencia a la tracción para el vidrio se da entre 3 y 5.5 N/cm<sup>2</sup>, a la vez esto puede llegar a los 7 N/cm<sup>2</sup> dependiendo del tratamiento dado. No se recomienda como un conductor de calor o eléctrico, pero si es óptimo para el aislamiento de electricidad y temperatura según (Catalan Arteaga, 2013).

### **Propiedades Mecánicas.**

Tabla 1: Propiedades mecánicas de la fibra de vidrio

<b>Propiedades</b>	<b>Vidrio E</b>	<b>Vidrio D</b>	<b>Vidrio R</b>	<b>Vidrio AR</b>
<b>Densidad</b>	2.6	2.14	2.53	2.68
<b>Resistencia a la tensión</b>	3400	2500	4400	3000
<b>Módulo de elasticidad (Gpa)</b>	72	55	86	72
<b>Resistencia a la ruptura (%)</b>	4.5	4.5	5.2	4.3

## **Utilización de Vidrio en mezclas de concreto**

Lobatón Estrada (2018), define que se emplea más material del determinado en la secuencia de la fabricación del vidrio para brindarle una resistencia mayor y la capacidad de realizar más rotaciones, antes del fin de su vida útil y puedan considerarse material reciclado. Dentro de la industria de materiales de vidrio, se originan desperdicios que terminan en estado de polvo luego del lavado dentro de la fase de fabricación, mismo que es eliminado en su etapa final, por lo podría convertirse en un potencial proveedor para las mezclas de concreto.

## **RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (ASTM C78)**

Según Lobatón Estrada (2018), define que la resistencia bajo fuerzas de flexión es uno de los factores más importantes en las variables de entrada para el diseño de pavimento tipo rígido, debido a que contralara el agrietamiento que se produce por fatiga en el pavimento, producido por las cargas repetitivas de vehículos pesados. También se denomina como resistencia a las fuerzas de tracción del concreto por flexión.

Según “National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA, 2006) la propiedad mecánica se denomina como la resistencia por flexión, es decir, la medición de la resistencia en tracción para el concreto. Siendo una forma de medición de la resistencia por flexión de una losa o viga de concreto sin refuerzo. Su medición se obtiene por la aplicación de fuerzas de carga a las vigas elaboradas con concreto de dimensiones 15 x15 cm como sección en transversal y con luz de por lo menos 3 veces el valor del espesor. Dicha resistencia se formula como Módulo de Rotura (MR) en dimensión de kilogramos por cada centímetro cuadrado”

Asi tambien Rivera L. (2018), señala que la resistencia por flexión en el concreto es menor en comparación con su resistencia en compresión, pero muy por encima del valor en tracción de estado puro.

La propiedad del concreto es fundamental para el diseño de pavimentos rígidos; así mismo el módulo de elasticidad son propiedades primordiales e importantes en un concreto para este tipo de diseño, ya que si carecen uno de estos requerimientos mecánicos generará el incremento de espesores por lo tanto se requerirá mayor cantidad de concreto, por esta razón es de vital importancia obtener materiales con estas propiedades estables así mismo mejoradas, para así los espesores de concreto sean lo menos posibles.

Según [civilgeeks.com](http://civilgeeks.com) (2020) define que la resistencia debido a la flexión mide la resistencia a la tracción del hormigón o concreto. Es una forma de medición de la resistencia frente a la falla debido a un momento de una losa o viga de concreto no reforzada. Su medición se realiza a través de la incorporación de cargas a las vigas 6x6" equivalente a una sección de 150 x 150 mm de sección en transversal y con luz de al menos 3 veces su valor del espesor. Esta resistencia en flexión se muestra como módulo de rotura (MR) en unidades de libras por pulgadas cuadrada (MPa), calculada por lo ensayos ASTM C78 (Carga en puntos por tercios) o también ASTM C293 (Carga en punto central).

### **Cargas en los puntos tercios**

Según Fernández Altamirano (2017) manifiesta que este ensayo es solicitado para el módulo de rotura en diseño de pavimentos tipo rígidos, donde la mitad de la carga es indicada a una distancia equivalente al tercio del total de la longitud en la viga, el módulo de rotura tiene un valor inferior al ensayo de carga media.

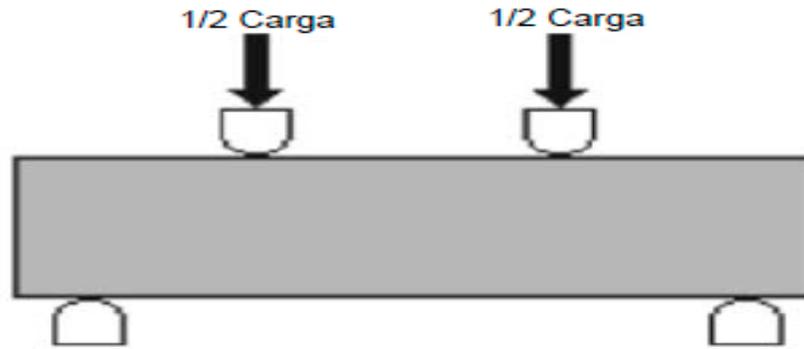


Figura 1: Ensayo de carga en los puntos tercios

Hay una prueba que esta normada por la ASTM-C78 que permite obtener el módulo de rotura; esta consiste en aplicar la carga en los tercios del claro de apoyo en una viga o losa de concreto (Figura N° 2). Una prueba similar es el aplicar la carga en el medio del claro. La diferencia principal de ambas pruebas es la aplicación de carga en tercios que ofrece una resistencia mínima en un tercio ubicado en el centro de muestra; sin embargo, la prueba con carga aplicada en el punto central de la viga arroja la resistencia puntual.

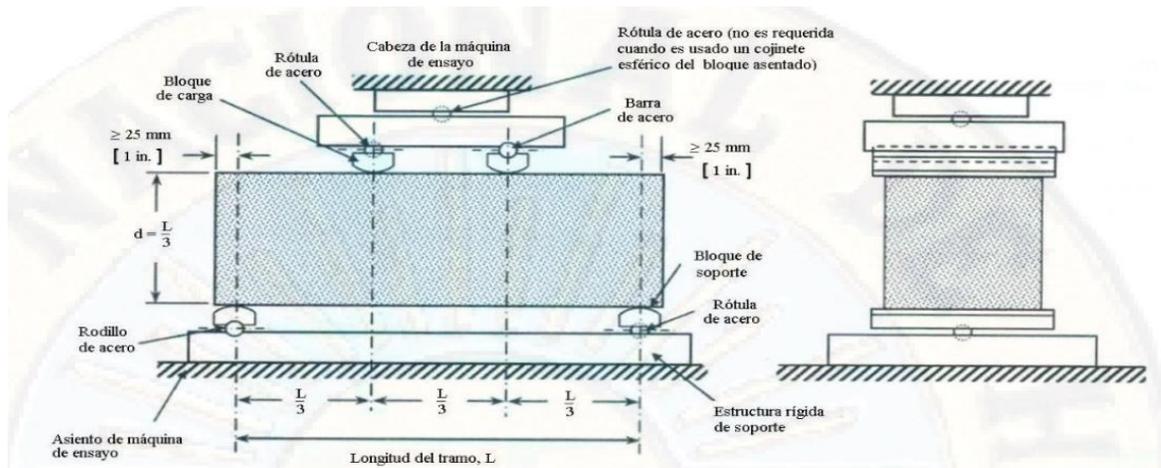


Figura 2: Ensayo por flexión Norma ASTM C78

Este ensayo se elabora en muestras prismáticas y de sección tipo rectangular que tengan las obligaciones en sus dimensiones que la norma establece para su procedimiento.

Las siguientes formulas determinan el cálculo del módulo de rotura:

- ❖ El cálculo del módulo de rotura para una fractura en el tercio medio del claro de la viga es la siguiente:

$$M.R. = \frac{P.L}{b.h^2}$$

**Dónde:**

L = largo en centímetros.

P = Carga máxima en kilogramos.

h = peralte en centímetros.

b = ancho en centímetros.

- ❖ El módulo de rotura para una fractura fuera del tercio medio del claro tiene la siguiente expresión:

$$M.R. = \frac{3.P.a}{b.h^2}$$

a = Distancia de la línea de fractura y el apoyo con mayor proximidad, obtenida desde la superficie a la tensión de la losa o viga (cm).

La correlación de la resistencia por compresión ( $f'c$ ) y el I módulo de rotura ( $Mr$ ) del concreto se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Mr = \sqrt{f'c} \left( \frac{kg}{cm^2} \right), \text{ segun el ACI 363}$$

**Dónde:**

Los valores de "a" se encuentran entre 1.99 y 3.18 (el valor seleccionado es el promedio 2.585).

### Deducción del módulo de rotura

Se visualiza en la siguiente imagen el momento flector:

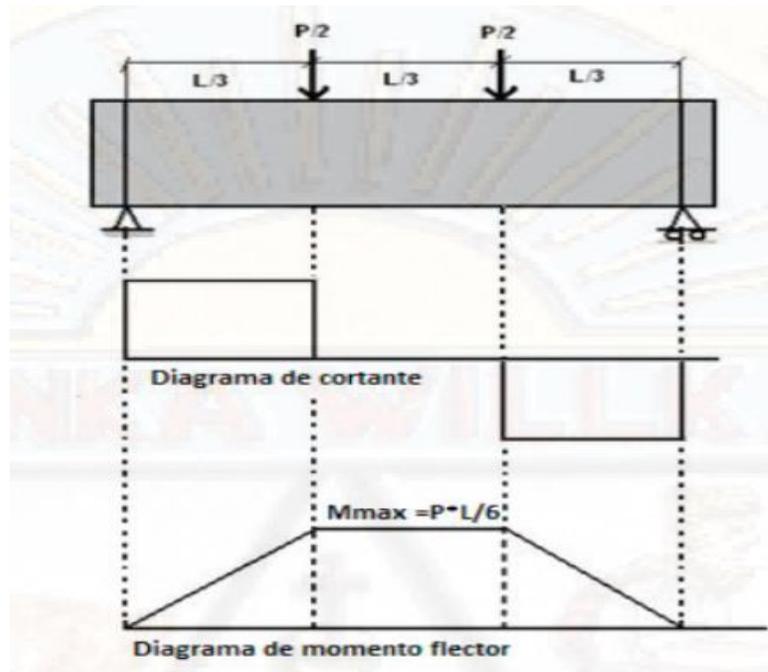


Figura 3: Diagrama de momento flector

Considerando los gráficos anteriores

Dónde:

$\sigma$  = Esfuerzo normal

$M_{max}$  = En el diagrama de momentos flectores se determina el momento máximo seleccionado.

$\gamma$  = “Distancia en la que se determinara el esfuerzo normal por tensión o compresión desde el centro de gravedad de la sección.”

$$I = \frac{b \cdot h^2}{12}, \text{ con respecto al eje } z$$

Tomando en cuenta que el esfuerzo máximo normal se da en:  $Y = h/2 = c$ .

### **Ensayos de resistencia a la Flexión**

Rivera L. (2018), Detalla que el procedimiento más empleado en la medición de la resistencia de flexión, es empleando una viga que esté sencillamente apoyada y carga aplicada siempre en los tercios de luz, más allá de que en varias partes sea el uso del procedimiento de una viga en voladizo o sencillamente apoyada introduciendo una carga en el punto medio; los valores resultantes no son iguales al procedimiento utilizado. Por el ello, la norma ASTM C78 y la NTC 1377 o ASTM C31 define los métodos del ensayo de la viga sencillamente apoyada empleando una carga en los tercios de luz. Los equipos para la exploración se definen acentuación:

**Probetas para ensayo:** Vigas de sección rectangular con el eje de mayor longitud en posición horizontal. Los requisitos para los moldes son los siguientes:

**Longitud,** mayor a 3 profundidad en posición de ensayo + 5cm

**Ancho / profundidad** menor o igual a 1.5, en la ubicación donde se produce.

**Dimensión menor de la sección recta** mayor o igual a 3 tamaño máximo del agregado para los casos de  $TM > 5\text{cm}$

Lo molde más usados tienen un dimensionamiento de la sección de  $15.2 \times 15.2$  cm y 55.8 cm de longitud, donde se empleará para concreto de tamaño máximo menores a 5cm para los agregados gruesos. Los moldes con otro dimensionamiento se pueden emplear siempre y cuando cumplas con los requisitos señalados

- ❖ **Varilla compactadora:** debe estar conformada por acero del tipo estructural, de forma cilíndrica y lisa, con diámetro de 16 mm y una longitud de aproximadamente 600 mm, además de contar con punta redondeada.
- ❖ **Vibrador:** Puede ser del tipo externa o interna, cumple los mismos requisitos del ensayo de la resistencia a compresión.

Utilizando una varilla de acero liza o vibrador para compactar se realiza siguiendo de acuerdo a los criterios establecidos en los ensayos de resistencia a la compresión; a menos que las especificaciones técnicas nos indique lo contrario.

- Asentamiento  $> 7.5$  cm se debe utilizar varilla
- Asentamiento  $< 2.5$  cm se debe utilizar vibrador
- Asentamiento entre 2.5 y 7.5 cm se puede utilizar varilla o vibrador, preferiblemente el método empleado en la obra.

Los moldes deben de estar aceitados para posteriormente proceder a llenarlos en capas de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2: cantidad de capas que se requieren en la elaboración de las vigas

Altura del molde (cm)	Forma de compactar	Numero de capas	Altura aproximada de cada capa
≤ 20	Varilla	2	Mitad de la altura
> 20	Varilla	3 o mas	10 cm
≤ 20	Vibrador	1	Toda la altura
> 20	Vibrador	2 o mas	20 cm

La compactación por capa se procede de la siguiente manera:

- ❖ **Varilla:** Cada 14 cm<sup>2</sup> de área en sección transversal se dará un golpe
- ❖ **Vibrador:** La duración está definida en función a la efectividad del vibrador y la trabajabilidad del concreto. Normalmente, cuando la superficie del concreto se torne suave la vibración se debe parar inmediatamente.



Figura 4: Ensayo de Resistencia por Flexión

## **Curva Esfuerzo – Deformación**

Para hallar las deflexiones se necesita variables, una de las más importantes es el módulo de rotura (fr); por lo tanto, se ensayaron muestras por flexión, lo cual dio pase a determinar el denominado módulo de rotura (fr). Para la deformación o flecha elástica en la viga de cualquier tipo de material con comportamiento elástico que se encuentre con apoyo simple en los extremos y ubicando una carga uniforme sobre toda su longitud, se tiene la ecuación:

**Dónde:**

$$\delta = \left\{ \left( \frac{5}{384} \right) * \left( \frac{w * L^4}{E * I} \right) \right\}$$

L = Luz

$\delta$  = Deflexión elástica e inmediata

W = Carga uniforme

I = Momento de inercia de la sección bruta

E = Módulo de elasticidad

## **Ensayo**

- ❖ Ejercer una fuerza con velocidad constante en dirección a la plaqueta
- ❖ Definir la velocidad del ensayo en el rango de 0.05 a 0.20 pul/min equivalente a 1.27 a 5.1 mm/min. Definir una aceleración en gráfico con un valor de 75 +/- 25 veces la velocidad que se emplea
- ❖ después que la curva esfuerzo - deformación llega al punto máximo de desviación en la linealidad, la velocidad de gráfica puede verse disminuida o reducida según lo indica (Saldaña & Carrascal, 2016).

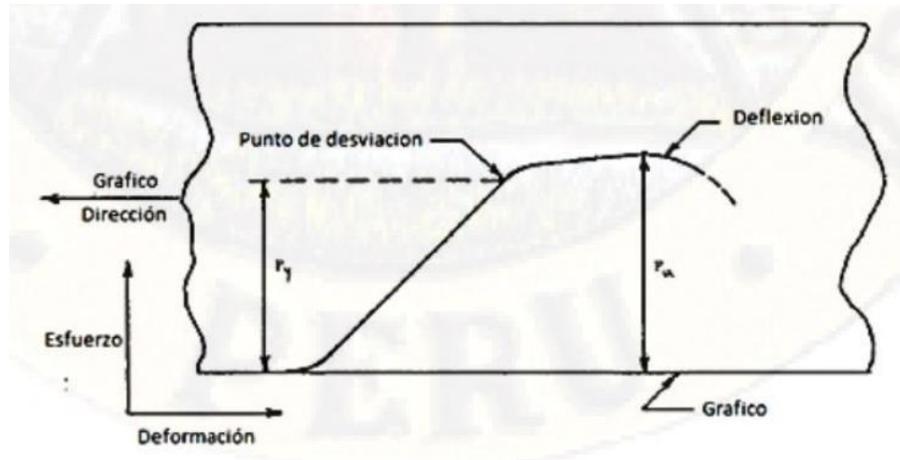


Figura 5: Empelo del Diagrama Fuerza vs Deformación

## CONCRETO

Según, Garcia B. (2018) el concreto es una mezcla artificial conformado por un ligante también llamado pasta.

La fase discontinua del concreto es el agregado, debido a que sus partículas diversas no están enlazadas entre sí, sino que están separadas por distancias diferentes a la de la pasta cuando esta endurecida.

Las características químicas y físicas de los componentes del concreto determinan sus propiedades, con la posibilidad de ser mejor determinadas al analizar la naturaleza del hormigón o concreto.

El hormigón (como es conocido en otros países) o concreto, se compone por dos elementos pasta y agregados, al ser un material homogéneo. La pasta conformada por agua y cemento que une la arena y piedra, conformando un material similar a la roca en apariencia, pero no en propiedades. Debido a que la pasta se endurece con la reacción química que producen las partículas de agua y cemento.

Según Sanchez, Cobo, Diaz, & Mateos (2015) define al concreto como una combinación de arena, cemento, piedra y agua que cuando se solidifican conforman un material de construcción resistente para hacer paredes, bases, etc.

### **Componentes del concreto**

- a. **Cemento:** Material triturado, combinado con el agua se obtiene propiedades del tipo adhesivas, cohesivas y aglutinantes, permiten aglutinar agregados para constituir un material compacto según Paniagua (2012).
- b. **Agregado:** Partículas inorgánicas con origen artificial y natural, cuyo tamaño se define de acuerdo al NTP 400.011. La arena o agregado fino es aquel que puede pasar la Malla N°4 de 4.75mm y la piedra es el retenido en el mismo tamiz, según Huatay Aliaga, (2014)
- c. **Agua:** Cumple con la función de hidratar al cemento y a la vez desarrolla las propiedades del material endurecido o ligante según Hernández (2014).

### **Diseño de mezclas del concreto**

Es la conformación de materiales en unidades cubicas, buscando una combinación correcta en relación a conocimiento empíricos y técnicos de tal manera, que sea económica y eficiente según requiere los proyectos manifiesta Garcia B. (2018).

## PAVIMENTO RÍGIDO

Capa de rodadura está conformada por una losa de concreto, por ello se les denomina en pavimentos rígidos según lo define el Manual de Suelos, Geología y Pavimentos.

Por su naturaleza, los esfuerzos ocasionados por los vehículos son absorbidos por la capa de concreto; brindando menos capacidad de absorción de carga a la subrasante y base MSGGP (2013).

Existen 3 clases de pavimentos rígidos:

- ❖ Pavimento de concreto con juntas.
- ❖ Pavimento de concreto continuamente reforzados.
- ❖ Pavimento de concreto reforzado con juntas.

### Diseño de pavimentos

La AASHTO 93 define una metodología de diseño, estimando que con la continuidad de las cargas de por lo vehículos el nivel de servicio tiende a disminuir. Este método estima un nivel de serviciabilidad final que es constante al finalizar el periodo del diseño MSGGP (2013).

El método consta en tantear la dimensión del espesor de la losa denominada "D" en un proceso iterativo hasta lograr un equilibrio en la ecuación que define AASHTO-93.

$$\text{LOG}(W_{18}) = Z_R * S_0 + 7.35 * \text{LOG}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{LOG}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \left(\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}\right)} + (4.22 - 0.32 * P_t) * \text{LOG}\left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right]}\right]$$

**Dónde:**

- $W18$  = N Ejes Equivalentes
- $ZR$  = “Desviación estándar”
- $SO$  = “Error estándar”
- $D$  = Espesor de pavimento expresado en milímetros
- $\Delta PSI$  = Diferencia de los índices de Serviciabilidad inicial y final
- $Pt$  = Índice de Serviciabilidad
- $Mr$  = Resistencia media del concreto expresado en mega pascales
- $Cd$  = Coeficiente de drenaje
- $J$  = Coeficiente de transmisión de carga ubicado en juntas
- $Ec$  = Módulo de elasticidad del concreto expresado en mega pascales
- $K$  = Módulo de reacción expresado en Mpa/m

La AASHTO 93 brinda un monograma para la solución de la expresión anterior, con lo cual se encuentra el espesor de la capa del pavimento rígido.

**Variable de tiempo**

**Tiempo de análisis:** Se establece al principio, siendo el total que cada diseño debe tener. El periodo para el análisis abarca los tiempos de vida útil.

**Vida útil:** Es aquel tiempo que media entre la rehabilitación o la construcción del pavimento y el tiempo en el cual se logra alcanzar un mínimo grado de servicio.

Se emplean alternativas de diseño para el periodo del análisis, asimismo para se toma en cuenta el periodo de la vida útil para el diseño, esto se considera para el cálculo presupuestal de un proyecto.

Tabla 3: Periodo de diseño por de tipo de carretera

Condiciones de la carretera	Periodos de análisis (años)
Altos volúmenes. Urbano	30 - 50
Altos volúmenes. Rural	20 - 50
Bajos volúmenes. Pavimentado	15 - 25
Altos volúmenes. Afirmado	10 - 20

### Transito

La AASHTO mediante el Road Test arrojaron los resultados que demuestran el efecto dañino de las cargas de su eje es presentado por el número de repeticiones de la carga con un valor de 8.2 Kips (Esal's) o 8.2 toneladas, que le aplican en el carril que se diseñara durante el periodo de diseño que tiene el pavimento. Por medio de los LEF's, factores de carga equivalentes, calculados por AASHTO en función de un espesor estimado al comienzo. Los valores son presentados en las tablas de AASHTO.

Una de las variables más importantes del diseño es el tráfico, que presenta de igual manera mayor incertidumbre al estimar su valor; su cálculo se fundamenta usualmente en las tasas de crecimiento de los vehículos, por lo que, tienen una imprecisión alta. Casi todos los métodos de diseño de pavimentos consideran esa incertidumbre, por ese caso la AASHTO 93 indica el uso de nivel de confiabilidad, donde se toman la certeza en la proyección de las cargas generadas por comportamiento y tráfico.

Para pasar el tráfico a su unidad de medida, Esal's, se debe multiplicar varios factores según la guía AASHTO, la cual es representada por la siguiente expresión:

$$ESAL_S = \sum (N_0 \text{ de vehiculos por categoría} * F_{sentido} * F_{carril} * F_{crecimiento} * F_{eje equivalente})$$

## Confiabilidad

La probabilidad de que el pavimento presente un comportamiento satisfactorio en la vida útil es denominada confiabilidad y representada por "R". Acentuando que cuando nos referimos al comportamiento del pavimento, lo hacemos a su capacidad funcional y estructural o aquella característica que soporta las cargas otorgadas por el tránsito y de la misma manera brinda confort y seguridad al usuario durante el periodo para el cual fue el diseño. Por lo cual, las fallas del pavimento están relacionada con la confiabilidad.

Tabla 4: Niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO 93

Clasificación Funcional	Nivel recomendado de confiabilidad	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectores	80 - 95	75 - 95
Local	50 - 80	50 - 80

## Desviación estándar y factor de desvían normal

La curva de comportamiento verdadero del pavimento no coincide con la curva de diseño basada en la AASHTO según los resultados de sus tramos experimentales; inclusive teniendo la misma forma, ya que la dispersión de información y ecuación de comportamiento empleada el dimensionamiento presenta errores asociados entre sí. Los valores obtenidos del diseño con el nivel de confianza determinado se corregirán empleando un factor tipo corrección, que equivale a la desviación estándar y analiza la data dispersa que conforman la curva verdadera del procedimiento de la superficie de pavimento.

Tabla 5: Desviación Normal de la Confiabilidad

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal Z <sub>R</sub>
50	0.0000
60	-0.2533
70	-0.5244
75	-0.6745
80	-0.8416
85	-1.0364
90	-1.2816
91	-1.3408
92	-1.4051
93	-1.4758
94	-1.5548
95	-1.6449
96	-1.7507
97	-1.8808
98	-2.0537
99	-2.3263
99.9	-3.0902
99.99	-3.7190
99.999	-4.2649

### Serviciabilidad

La definición de serviciabilidad es la capacidad de desempeñarse del pavimento ante cualquier nivel de tráfico que presente la vía, su escala de medida varía entre 0 a 5, donde 0 equivale a un pavimento en las peores condiciones y, por el contrario, 5 indica unas condiciones excelentes del pavimento. La serviciabilidad es la calificación del pavimento, a pesar de eso, lo real es definir el valor empleando otros parámetros de medición como es el IRI, índice de regularidad internacional.

La condición del pavimento justo después de la construcción es la serviciabilidad inicial o Po. AASHTO indica emplear un valor de serviciabilidad inicial de 4.5, a través de técnicas de construcción. La capacidad funcional que se estima posea un pavimento en la etapa final del periodo de diseño se denomina serviciabilidad final o Pt. AASHTO recomienda que para las vías principales se emplee un valor

de 2.5 o 3.0 para Pt y para el caso de las vías de nivel de serviciabilidad última o final sea de 2.0.

La variación del índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) es expresado por:

### **Módulo de la reacción en la subrasante (K)**

Factor que estima el asentamiento de la subrasante cuando se aplica esfuerzos en compresión. El valor numérico es equivalente a la carga en unidades de libras por pulgada cuadrada encima de un espacio de carga, entre la deflexión en medidas de pulgadas para dicha carga

Los resultados del módulo de reacción de la subrasante son indicados como libras por pulgada cuadrada o también denominada psi.

Debido a la prueba en placa toma tiempos significativos y alto presupuesto, k es dado habitualmente por la relación con ensayos aparte, como la CBR o razón de soporte califonia, también las pruebas de valores R, los valores son aceptables ya que no se pide exactitud del valor de k; lo cual no afectara los requerimientos de espesores en el pavimento.

### **El Módulo de rotura de un concreto (S'C)**

Es el valor de entrada para realizar un diseño en los pavimentos rígidos, siendo un parámetro importante que controla el agrietamiento debido a la fatiga del pavimento, provocado por las repeticiones de carga de vehículos pesados. También es denominada resistencia a la tracción en el concreto debido a la flexión.

El valor medio calculado posterior a la edad del día 28 mediante el ensayo de la carga ubicado a las tercios de longitud, es el módulo de rotura necesario por el cálculo de diseño. El ensayo es recomendado debido al ensayo de carga asignado en el punto central, de donde la rotura se generará, donde el valor del

momento flector alcanza el máximo. Esta metodología es la empleada en el presente trabajo de investigación.

### **El Módulo de la elasticidad de concreto (EC)**

Es un factor que representa la capacidad de distribuir las cargas en el pavimento y también indica rigidez. Es la correlación entre la deformación y la tensión. El módulo de elasticidad del concreto está relacionado con la deflexión, tensiones y curvatura. En el pavimento hecho de concreto armado de manera continua, este módulo de elasticidad además del el coeficiente de expansión térmica y el coeficiente de contracción que tiene el concreto, controlan es estado de las tensiones dentro de la armadura. La AASHTO recomienda la siguiente expresión para concreto con un peso normal.

$$E_c = 57000 \times \sqrt{f'_c} \quad (psi)$$

**Dónde:**

$f'_c$  = Resistencia en el concreto en (psi)

### **El Coeficiente de transferencia de carga (J)**

Este factor indica la eficacia en la entrega de las cargas que posee una losa en un sector de pavimento rígido al dirigir las fuerzas del tipo cortante a las losas contiguas, con el objetivo de disminuir los esfuerzos y deformaciones en la estructura que conforma el pavimento.

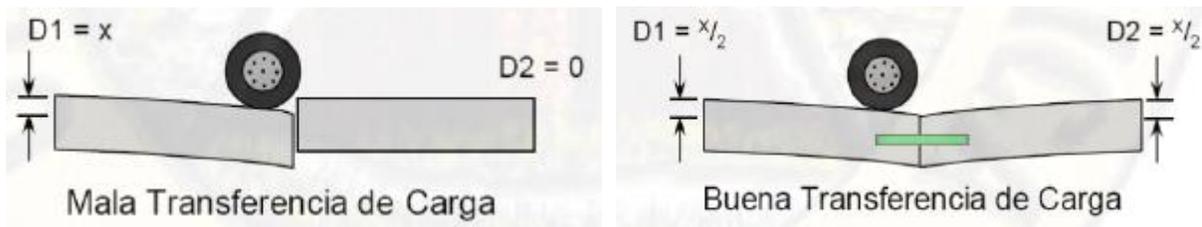


Figura 6: Esquema - transferencia de carga entre lasas vecinas

Tabla 6: Coeficiente - transferencia de carga

Tipo de Berma	Concreto Asfáltico		Anclada y de concreto de cemento Pórtland	
	Si	No	Si	No
Dispositivos de transmisión de cargas				
Pavimentos con juntas de concreto simple o concreto reforzado	3.2	3.4 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Pavimentos de concreto continuamente reforzado	2.9 - 3.2	NA	2.3 - 2.9	NA

### Coeficiente de drenaje (CD)

El tiempo que les toma a las lluvias de ser evacuadas del pavimento rígido es denominada la capacidad de drenaje. Por otro lado, el factor de drenaje está vinculado con el tiempo que está expuesto al pavimento a un nivel de humedad cerca a la saturación, representada en porcentaje.

CALIDAD DEL DRENAJE	AGUA REMOVIDA EN:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	agua no drenada

Figura 7: Coeficiente de drenaje

Además, se incluye el porcentaje de tiempo en un año, en donde la estructura que conforma el pavimento pueda ser expuesta a un nivel de humedad cercano al de saturación.

Tabla 7: Coeficiente de drenaje para pavimento rígido

CALIDAD DEL DRENAJE	Porcentaje de tiempo al cual esta expuesta la estructura del pavimento a niveles de Humedad próxima a la saturación			
	Menor del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Mayor del 25%
<b>Excelente</b>	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
<b>Bueno</b>	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
<b>Regular</b>	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
<b>Pobre</b>	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
<b>Malo</b>	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

### Determinación del espesor del pavimento

El espesor “D” es hallada mediante la ecuación del comportamiento de una losa en sistema de unidades pulgada. Los valores entre los que varía este espesor son de 5” a 14”.

Con situaciones favorables en la ejecución, se expresa el grosor del pavimento de diseño redondeado a valores de 0.5 pulgadas.

Además, se debe tener en cuenta que los valores indicados para cada variable tienen que ser ponderador ya que el método brinda un análisis por confiabilidad para un tráfico W18 Isidro Chagua, (2018).

## **MARCO CONCEPTUAL**

**CONCRETO:** Son mezclas constituidas por piedra, arena, agua y cemento, donde la incorporación de estos agregados forma una resistencia al concreto

**ENSAYO:** Son resultados obtenidos del laboratorio en diferentes ámbitos y factores de estudio, de acuerdo a lo que requiera el proyecto.

**ENSAYO A LA FLEXIÓN:** Este ensayo es el de mayor valor en los laboratorios ya que no determina la aceptación o rechazo de la calidad del concreto

**ENSAYO A LA COMPRESIÓN:** Dentro de este ensayo se establece las propiedades del material y asimismo se obtiene la resistencia a la compresión.

**ENSAYO DE TRACCIÓN:** Se caracteriza por ser baratos, estandarizados y relativos, de forma que este ensayo nos indica las pruebas mecánicas más fundamentales.

## **III. METODLOGÍA**

Según Tamayo (2004, p.28) define que la metodología es una técnica de investigación a los acontecimientos específicos o particulares, determinando habitualmente ya sean de observación empírica, verificable de razonamiento riguroso y tentativa.

Por ello, se determina como medio más calificado para llegar a una meta. En la investigación ese objetivo es el conocimiento, brinda objetividad a la investigación diversos investigadores verifican el grado de verdad contenido en teorías y explicaciones.

### 3.1. -Tipo de diseño de investigación.

Los objetivos establecidos se determinan con recolección de datos, generando de esta manera la investigación de enfoque cuantitativo, basándose en el análisis estadístico y medición numérica, de tal forma que nos indica las teorías relacionadas a lo que manifiesta Valderrama Mendoza (2015) y los patrones del comportamiento de la investigación, por ello, se determina que esta investigación de **diseño cuasi – experimental**.

De acuerdo al método de investigación la tesis se considera **deductivo**, ya que, según Valderrama Mendoza (2015) nos manifiesta que los conceptos se dan de lo particular a lo general de las teorías y leyes.

La resolución de problemas existentes se determina mediante la investigación de **Tipo Aplicada**.

Así mismo, Zorrilla (1993) identifica una investigación aplicada de acuerdo al fin, debido a que mediante ciencia y teoría existentes puede aplicar de manera directa en casos prácticos reales, ya que para el mejoramiento del pavimento rígido con la aplicación de viruta de acero.

Este tipo de investigación incentiva el encuentro del conocimiento para construir, actuar, modificar, hacer, en base a la forma más práctica de la solución de problemas, comprendiendo un margen de generalización limitado, de igual manera, la información resultante de la presente investigación tendría que ser igualmente aplicable en diferentes lugares y por lo tanto brindar una mayor calidad de difusión.

La investigación fue considerada de **Nivel Explicativo**, según Valderrama Mendoza (2015), debido a que encuentra las causas de los fenómenos provocando un sentido de entendimientos y a la vez se

puede decir que son altamente estructurados. Por otro lado, se avocan al detalle de los sucesos que suceden con los fenómenos a estudiar y se vinculan dos o más variables en la investigación.

Verificando su objetivo y el tipo de investigación considerado en la investigación es con diseño **cuasi-experimental** según lo que conceptualización Valderrama Mendoza (2015).

1. Primeramente, determinar la variable dependiente del proyecto de investigación (pre test)
2. Identificación de la variable experimental o independiente
3. En los sujetos se determina una nueva mediación de las variables dependientes (post test).

Fórmula:

$$G: \boxed{O_1 - X - O_2}$$

**Dónde:**

G: Grupo o muestra  
O<sub>1</sub> O<sub>2</sub>: Observaciones.  
X: Estimulo

El diseño transversal o transaccional recopilan información en momento único y tiempo real según Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación (2010, pág. 151).

### **3.2. Varibales y operacinalizacion**

Según Ñaupas Humberto (2014) Consiste en la modificación de variables teóricas a dimensiones y asimismo a indicadores para la elaboración del índice.

La operacionalización de variables no permite la descomposición de variables en dimensiones e indicadores, de tal forma que son características entre sí para determinar el desarrollo de la investigación.

#### **Variable Independiente**

##### **❖ Macrofibra de vidrio**

El vidrio está conformado predominantemente por silicatos, que se encuentra a temperatura ambiente y en estado sólido. Caracterizado por ser un tipo de material transparente, frágil, duro y con resistencia a la compresión, desgaste y corrosión. (RNE, et. al. 2016).

#### **Variable Dependiente**

##### **❖ Resistencia a la flexión**

Lobatón Estrada (2018) Define que uno de los parámetros más significativos como variable de entrada es la resistencia a la flexión, necesario en el diseño en pavimentos de tipo rígidos, debido a que inspecciona el agrietamiento que provoca la fatiga del pavimento, formado por repetitivas cargas de vehículos pesados. Denominada resistencia a la tracción del concreto a flexión

## Operacionalización de Variables

Tabla 8: Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>Macro fibra de vidrio</b>	El vidrio es un material formado principalmente por silicatos, el cual se halla en estado sólido a temperatura ambiente. Se caracteriza por ser un material duro, frágil, transparente y resistente a la corrosión, al desgaste y a la compresión. (RNE, et. al. 2016).	Para la aplicación de la macro fibra de vidrio se requiere conocer las dimensiones como la dosificación de la macro fibra de vidrio y los parámetros de medición	Dosificación de macro fibra de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3% dosificación de macro fibra de vidrio</li> <li>• 6% dosificación de macro fibra de vidrio</li> <li>• 9% dosificación de macro fibra de vidrio</li> </ul>	Ensayo de laboratorio
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>Resistencia a la flexión</b>	(Lobatón Estrada , 2018) Define que la resistencia a la flexión es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.	Para la medición de la resistencia a la flexión se debe conocer las dimensiones, conformadas por el ensayo de modulo de rotura y la curva de esfuerzo – deformación	Ensayo de módulo de rotura	Módulo de rotura	Ensayo de módulo de rotura
			Curva esfuerzo – deformación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformación unitaria, carga (kgf)</li> <li>• Esfuerzo (kgf/cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	Ensayo de laboratorio

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.**

Valderrama Mendoza (2015) conceptualiza tener en cuenta el contenido de tiempo y lugar al entorno de sus características.

Estadísticamente se define universo o población a la integración de elementos, sujetos o series de atributos que son importantes para el proyecto de investigación.

Por ende, la población estará conformado por todo el pavimento rígido del Distrito Sullana.

Según Valderrama Mendoza (2015) conceptualiza que la muestra es parte de la población con fines de estudiar las condiciones de la muestra y determinar las características de la unidad de medida.

Así mismo Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación (2010, pág. 173) manifiesta que la muestra es un parte de la población con la finalidad de evaluar y estudiar las propiedades y características particulares de la población.

La muestra no probabilística son subgrupos que dependen de las características de investigación mas no de la probabilidad.

La muestra estará definida por un diseño de  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y conformada por 36 viguetas de concreto, donde se tendrá en cuenta los días 7, 14 y 28. Asimismo, se tendrá en cuenta que 3 viguetas con la incorporación de  $4\text{kg/m}^3$  de macro fibra de vidrio, 3 viguetas con la incorporación de  $5\text{kg/m}^3$  de macro fibra de vidrio, 3 viguetas con la incorporación de  $6\text{kg/m}^3$  de macro fibra de vidrio.

Tabla 9: Muestra de la Investigación

		7 días	14 días	28 días	Numero de muestra	
<b>ENSAYO A FLEXIÓN</b>	<b>PATRÓN</b>	3	3	3	36	
	<b>MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>	Dosificación 4kg/m <sup>3</sup>	3	3		3
		Dosificación 5kg/m <sup>3</sup>	3	3		3
		Dosificación 6kg/m <sup>3</sup>	3	3		3

La investigación es un muestro no probabilístico, ya que depende de las características de los elementos mas no de la probabilidad.

### 3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Dentro del proyecto se realizaron las siguientes técnicas:

**Observación directa:** Se ejecutaron inspecciones al lugar de trabajo ubicado en la Av. Santa Cruz - Sullana del distrito de Sullana. Para definir el área de trabajo, lo que significa conocer a detalle los trabajos a intervenir.

**Libros de texto:** Son textos netamente relacionados al tema de investigación.

**Manuales técnicos:** Los manuales elaborados y publicados en su versión digital por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones relacionados al tema en estudio de

entidades públicas y privadas, fueron empleados para la consulta del tema en investigación.

El muestro es intencional, ya que el objeto de estudio se optó de forma intencional o directa.

Tabla 10: Técnica para recolección de datos

<b>Variable dependiente</b>	<b>Recolección de datos</b>		
	<b>Fuente</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Resistencia a la Flexión	Experimento: Ensayo	Observación directa	Fichas de ensayos Hojas de datos

Se utilizaron el análisis, observación tipo directa de los hechos y consultas de documentos.

La técnica empleada en la investigación no conduce al objeto de estudio, lo que significa que la técnica nos permite evaluar, identificar lo que se ve en dicho proyecto a desarrollar según la conceptualización Del Cid, Mendez, & Sandoval (2011).

Por último, las características mecánicas y físicas de la muestra de la investigación se deben de considerar en los laboratorios de suelo para tener resultados concisos.

### Instrumentos

El mismo investigador es quien elabora el instrumento de investigación, para el trabajo de investigación y recolección de datos.

Las bibliografías documentales son fichas de recolección de datos, según lo mencionado por Del Cid, Mendez, & Sandoval (2011, pág. 112).

Por otro lado, los instrumentos que se va realizar para la investigación consiste en emplear manuales de laboratorio, cámaras fotográficas, equipos de laboratorio, información bibliográfica, equipos topográficos donde se determina el área de trabajo, nivelación del lugar entre otros y por último equipos de cómputo para el procesamiento de información de datos obtenidos en campo.

Para esto se ejecutó una cedula de recolección de identificaciones, con las preguntas e imágenes, que servirán posteriormente para complementar nuestra investigación.

Tabla 11: Instrumento para la recolección de datos

<b>INSTRUMENTO</b>				
<b>Proyecto: “Aplicación de Macro Fibra de Vidrio para mejorar la Resistencia a la Flexión en Pavimento Rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020”</b>				
<b>Autor: Flores Viera, Luis Alberto</b>				
<b>I</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
	Ubicación:			
	Distrito:		Altitud:	
	Provincia:		Latitud:	
	Departamento:		Longitud:	<b>Evaluación</b>
<b>MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>				
<b>II</b>	<b>DOSIFICACION DE LA MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>			
	4kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	5kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	6kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	
<b>III</b>	<b>PROPIEDADES MECANICAS DE LA MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>			
	Resistencia a la flexión	Resistencia a la comprensión	Resistencia a la deformación	
<b>RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>IV</b>	<b>ENSAYO DE MODULO DE ROTURA</b>			
	Módulo de rotura			
<b>V</b>	<b>CURVA ESFUERZO – DEFORMACIÓN</b>			
	Deformación unitaria	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf /cm2)	
<b>Apellidos y Nombres</b>				
<b>Profesión</b>				
<b>Registro CIP N°</b>				
<b>Email</b>				
<b>Teléfono</b>				
				<b>Puntaje</b>

### **Validez y Confiabilidad.**

Se determina los instrumentos presentes en la investigación fueron bajo el criterio de expertos; es decir profesionales calificados e ingenieros civiles de trayectoria quienes validan dichos instrumentos.

La validación lo realizaron los siguientes profesionales:

Tabla 12: Tabla de Validez

<b>Ingenieros evaluadores</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Colegiatura</b>
<b>Reysa Mishell DE LA VEGA JARAMILLO</b>	Ingeniero Civil	CIP: 206860
<b>Rafael Ángel SANTOS PAUCAR</b>	Ingeniero Civil	CIP: 240970
<b>Cesar Daniel ALVARADO CALDERON</b>	Ingeniero Civil	CIP: 86594

La interpretación de la confiabilidad nos indica la validez de la ficha esa altamente confiable, las fichas validadas por los expertos.

Tabla 13: Tabla de Confiabilidad

<b>Validez</b>	<b>Experto 1</b>	<b>Experto 2</b>	<b>Experto 3</b>	<b>Promedio general</b>
<b>Ficha técnica</b>	<b>0.937</b>	<b>0.95</b>	<b>0.987</b>	<b>0.9958</b>
<b>Índice de validez obtenido</b>	<b>0.958</b>		<b>Alta confiabilidad</b>	

### 3.5. Procedimientos

El análisis de información del presente proyecto de investigación se determinará mediante el software Excel, asimismo se tendrá en cuenta las diferentes dosificaciones de maco fibra de vidrio mezclado, ya sea con el método convencional y con la incorporación de la misma. Asimismo, hallar los resultados respectivos.

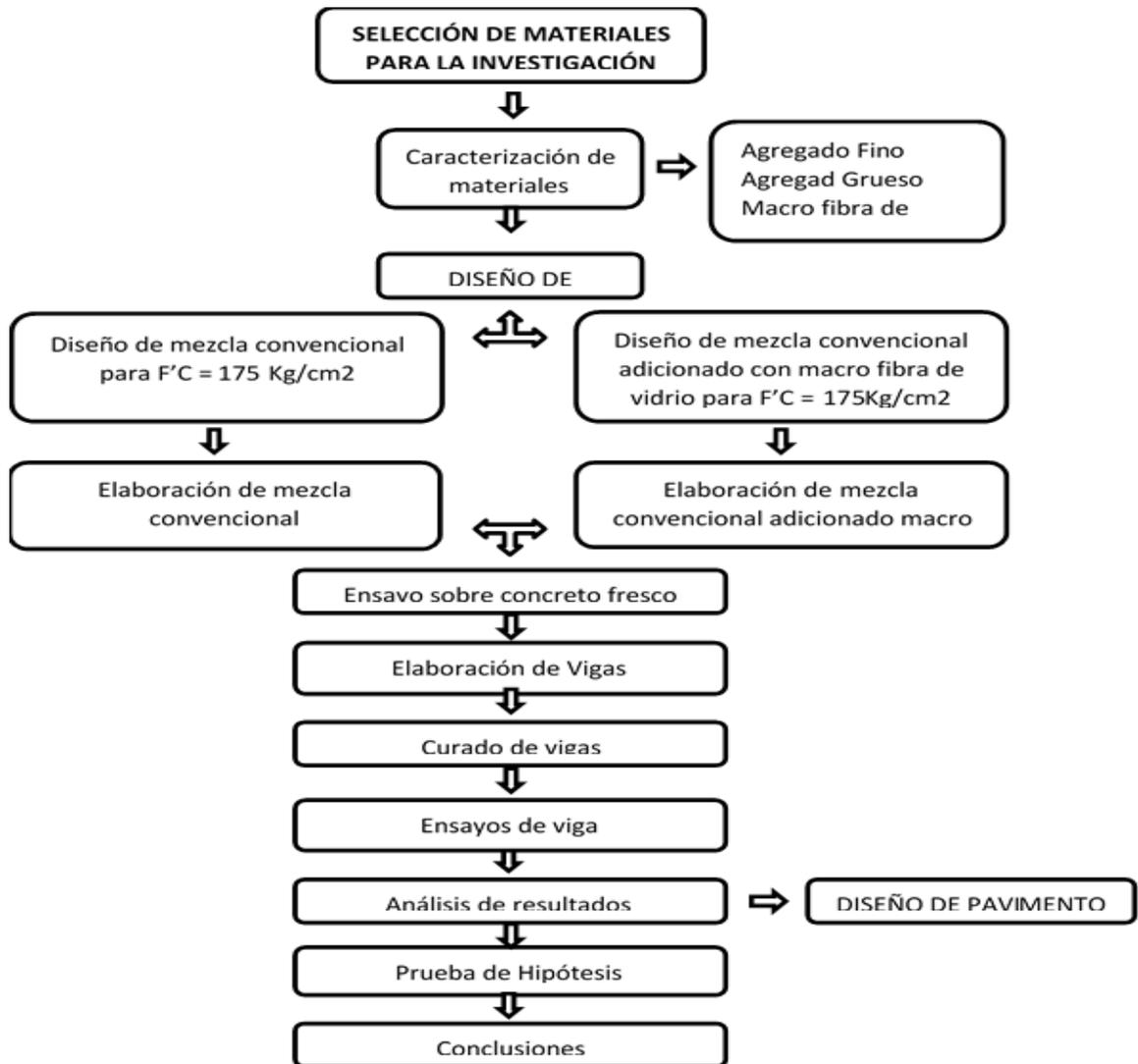


Figura 8: Diagrama de Flujo

Asimismo, se realizará la recolección de datos de campo, mediante la ficha de recolección de datos el cual será procesada para el desarrollo de la tesis.

### **Recopilación de información**

El trabajo de recopilación de información bibliográfica abarca los métodos de análisis del concreto reforzado con macro fibra de vidrio permitiendo ejecutar comparaciones entre sí, dicha información será obtenida de documentos, bases de datos, libros relacionados al tema de investigación y artículos con descripciones al menos uno de las variables para ser considerado como material para el trabajo de investigación.

### **Ubicación de la zona de estudio del proyecto.**

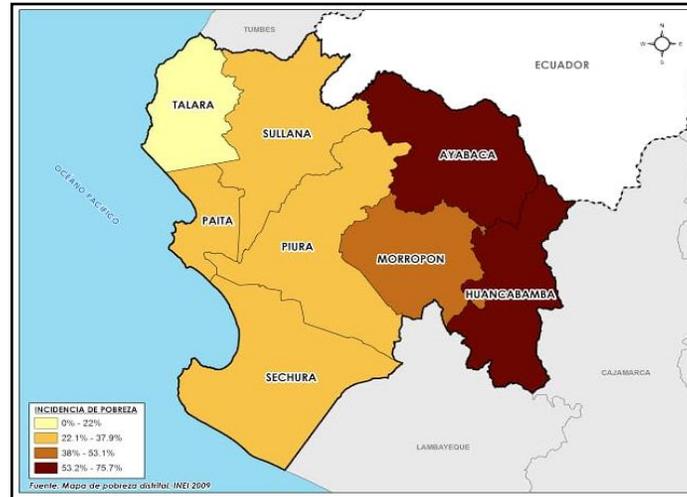
El proyecto de la tesis se encuentra ubicado en la Av. Santa Cruz – Sullana.

#### **Ubicación política:**

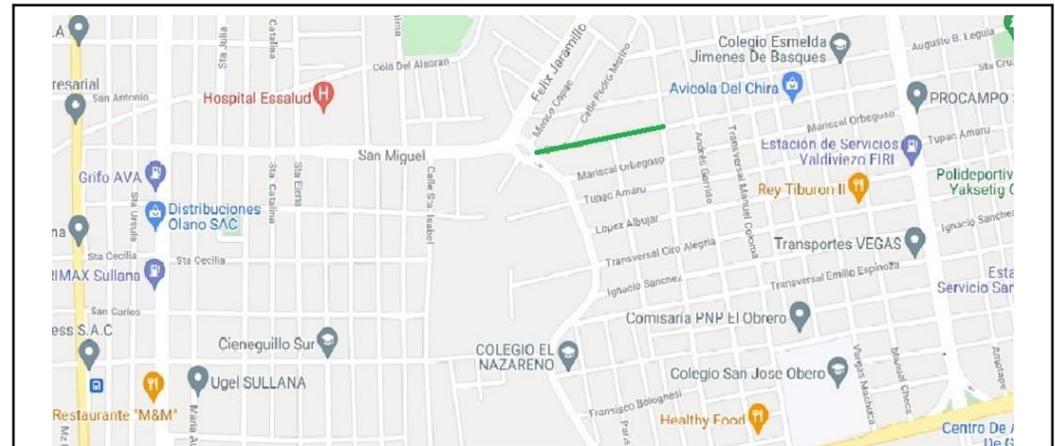
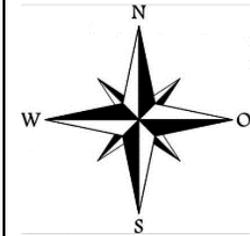
- Lugar: Av. Santa Cruz – Sullana
- Distrito: Sullana
- Provincia: Piura
- Departamento: Piura



**PLANO DEL PERÚ**



**PLANO DE UBICACIÓN**



**PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**



Plano de ubicación del proyecto de investigación  
Departamento de Piura

**Elaborado por:**  
Luis Alberto Flores Viera

**Fecha:**  
15 de mayo del 2021

**Plano:**  
U - 01

## Descripción del proyecto

### Selección de materiales

La procedencia de los materiales se determinará con el mayor cuidado, ya que estos mismos serán aptos para la aplicación del proyecto de investigación, asimismo, se tendrá en cuenta la limpieza ya sean de partículas orgánicas o impurezas. De tal manera que dichos agregados se obtendrán de la cantera local de Sullana, el cemento a utilizar es Tipo I.

- ❖ **Obtención del agregado tipo fino y grueso:** Serán obtenidos de forma manual.
- ❖ **Agregado grueso (Piedra chancada):** Se va extraer de la Cantera Sojo.



Figura 9: Agregado Grueso

- ❖ **Agregado fino (Arena):** Se va extraer de LA Cantera Sojo



Figura 10: Agregado Fino

- ❖ **Selección del Cemento \_ Portland - Tipo I:** Se obtendrá de una ferretería dentro de la localidad
- ❖ **Obtención de la macro fibra de vidrio:** Se obtendrá del mercado local.



Figura 11: Macrofibra de Vidrio

## **Ensayos de materiales**

Los ensayos se determinan en el laboratorio MTL GEOTECNICA (Material Testing Laboratory), según especificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y de la Norma Técnica Peruana se determina el agregado fino y grueso, resistencia a la flexión.

### **3.6. Método del análisis de datos.**

El Proyecto de Tesis titulado como **Aplicación de Macro Fibra de Vidrio para mejorar la Resistencia por Flexión en Pavimento Rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020**, tendrá la metodología aplicada con la finalidad de dar a conocer el objetivo del proyecto a investigar.

En la tesis se determinan los aspectos que se tendrán en cuenta en campo, por ende, se tendrán que completar las fichas de recolección de datos el cual nos permite determinar mayor conocimiento del tema a investigar. A continuación, se detalla cada paso que se va realizar en el trabajo de investigación.

### **Análisis de información**

Se analizará los estudios de los ensayos comprados de los agregados (fino y grueso), de igual modo a la macrofibra de vidrio, los cuales se determinarán por medio de el examen granulométrico como son: Peso\_ unitario, contenido de humedad, absorción y el peso Específico. De tal forma que se va a tener diferentes documentos XLS para cada trámite.

Además, para el trámite del examen granulométrico se va a tener presente el tamizado y la curva granulométrica.

Finalmente, el procedimiento ACI va a ser usado para saber la dosificación y de igual modo se va a tener presente la proporción de elemento a usar, ya sean

los agregados finos, agregados gruesos, agua y cemento. Y, por lo tanto, se va a tener presente la dosificación de la macro fibra de vidrio para cada porcentaje de la misma. Se va a determinar a cada exhibe la resistencia a la flexión y de igual modo el promedio de cada vigueta, con la integración de la macro fibra de vidrio y sin la integración de la misma.

### **3.7. Aspectos éticos**

En el aspecto ético se determina que el proyecto de investigación tendrá autenticidad de los resultados obtenidos, así como el respeto por los diferentes ámbitos, tales como la política, intelectual, oral, éticos y religiosos. Por ende, dentro de la investigación se tendrá en cuenta los detalles de privacidad de todo los intelectos y participantes en el proyecto de investigación.

Por último, se define que los archivos empleados en la tesis de investigación son del mismo autor, ya que los conceptos y definiciones han sido considerados de otros autores, pero cada referencia bibliográfica ha sido citada tales como nos indica la norma de la universidad, asimismo mantiene el formato especificado pro a la misma universidad cumpliendo con los parámetros establecidos.

#### IV. RESULTADOS

Se determinan los resultados de laboratorio para el agregado sea tipo fino o grueso, a los 7; 14 & 28 días.

##### Resultados de las propiedades físico-mecánico de los agregados

Se muestra los resultados de los distintos ensayos de las características de los agregados usados en la presente investigación:

Se expone los resultados de laboratorio para los agregados usados en la investigación:

##### Análisis granulométrico del añadido Abultado y Fino

Tabla 14: Determinando el estudio granulométrico en agregado grueso

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO					
Tamaño de Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	83.00	4.60	4.60	95.40
1/2"	12.50	758.00	42.40	47.00	53.00
3/8"	9.53	521.00	29.20	76.20	23.80
N°4	4.78	421.00	23.60	99.80	0.20
N°8	2.38	3.90	0.20	100.00	0.00
N°16	1.16	0	0	100.00	0.00
	Fondo	0	0		
	Total	1,786.90	100.00		

Módulo de fineza	6.80
------------------	------

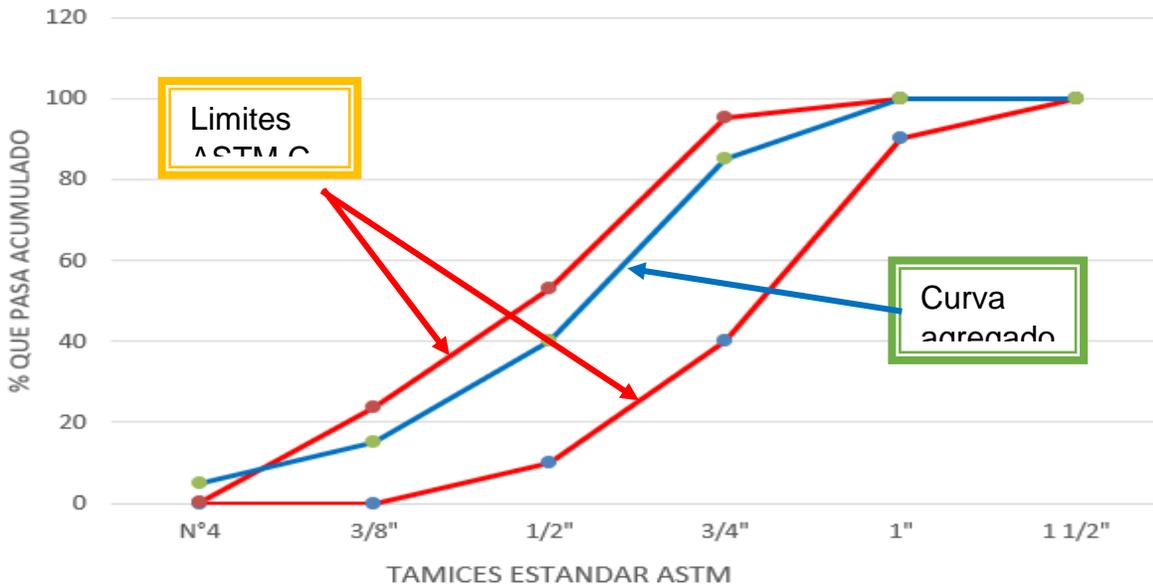


Figura 12: La Curva granulométrica -en- agregado grueso

Tabla 15: Estudio- granulométrico - agregado fino

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO					
Tamaño de Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa
1/2"	12.5	0	0	0	100
3/8"	9.5	0	0	0	100
N°4	4.76	9.3	1.2	1.2	98.8
N°8	2.38	110.6	14.2	15.4	84.6
N°16	1.19	181.5	23.2	38.6	61.4
N° 30	0.6	179.5	23	61.6	38.4
N°50	0.3	139.8	17.9	79.5	20.5
N° 100	0.15	81.3	10.4	89.9	10.1
	<b>Fondo</b>	78.9	10.1	100	
	<b>Total</b>	702			

módulo de Fineza	2.8
------------------	-----

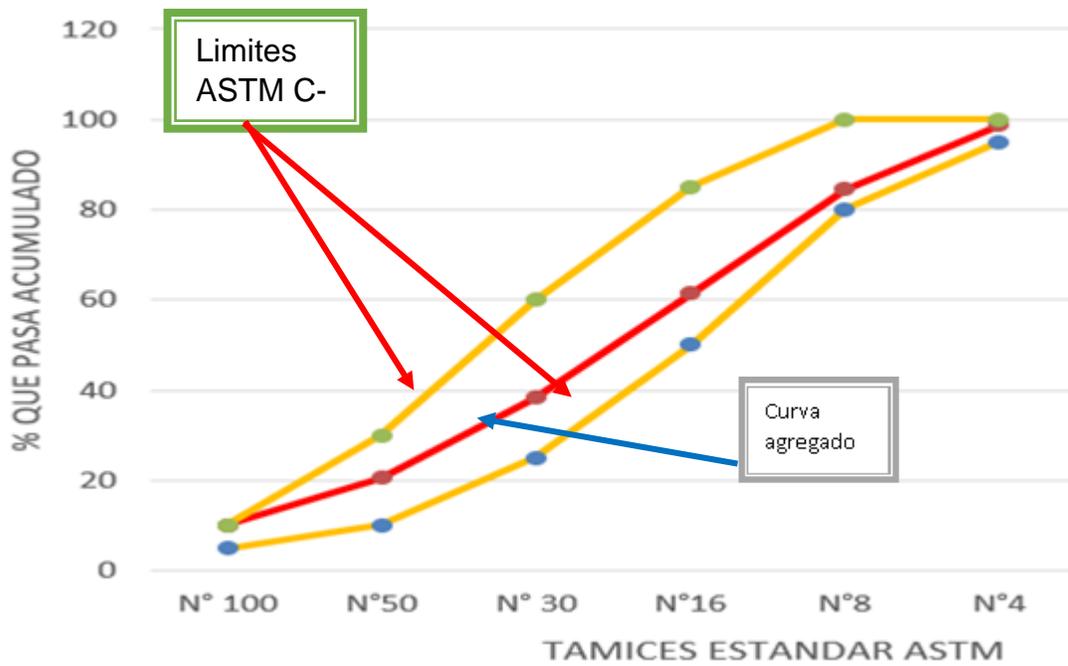


Figura 13: Curva granulométrica - agregado fino

**Peso Unitario y vacíos en agregados MTC E203 – ASTM C-29**  
**Agregado grueso**

Tabla 16: Peso-Unitario - del agregado grueso suelto

<b>Peso unitario agregado grueso suelto</b>			<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>
<b>1</b>	Peso de la Muestra + Molde	g	6021	6005	5992
<b>2</b>	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
<b>3</b>	Peso de la Muestra (1-2)	g	3658	3642	3629
<b>4</b>	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
<b>5</b>	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.325	1.320	1.315
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		<b>g/cc</b>	<b>1.320</b>		

Tabla 17: Peso - Unitario del agregado grueso compactado

<b>Peso unitario agregado grueso compacto</b>			<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>
<b>1</b>	Peso de la Muestra + Molde	g	6620	6612	6592
<b>2</b>	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
<b>3</b>	Peso de la Muestra (1-2)	g	4257	4249	4229
<b>4</b>	Volumen del Molde	cc	2780	2760	2760
<b>5</b>	Peso Compacto de la Muestra	g/cc	1.542	1.539	1.532
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		<b>g/cc</b>	<b>1.320</b>		

**Agregado fino**

Tabla 18: Peso - Unitario del agregado fino suelto

PESO UNITARIO AGREGADO FINO SUELTO			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6617	6593	6595
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4254	4260	4232
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.541	1.533	1.533
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		<b>g/cc</b>	<b>1.536</b>		

Tabla 19: Peso-Unitario del agregado fino compactado

PESO UNITARIO AGREGADO FINO COMPACTADO			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7205	7228	7215
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4842	4865	4852
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.754	1.763	1.758
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		<b>g/cc</b>	<b>1.758</b>		

**Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos (MTC E205 /ASTM C127)**

**Agregado grueso**

Tabla 20: Gravedad-específica y absorción en agregado grueso

<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO</b>						
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UND</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>PROMEDIO</b>	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1590	1572	1561
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2536	2508	2522
3	Peso muestra Seco	C	g	2511	2480	2497
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = ((B-C) /C) *100		%	1	1	1

### Agregado fino

Tabla 21: Gravedad-específica y absorción en el agregado fino

<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINO</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>M - 1</b>	<b>M-2</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de la Arena S.S.S.+ Peso Balón + Peso de Agua	g	981.98	981.5	981.7
Peso de la Arena S.S.S.+ Peso Balón	g	671.26	669.8	670.5
Peso del Agua (W = 1-2)	g	310.27	311.7	311.0
Peso de la Arena seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	663.9	662.3	663.1
Peso del Balón N° 2	g/cc	171	169.8	170.4
Peso de la Arena seca al Horno (A = 4 -5)	g/cc	492.9	492.5	492.7
Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7

<b>RESULTADOS</b>	<b>UND</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso Específico de la Masa (P.E.M = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.64	2.64
Peso Específico de la Masa S.S.S (P.E.M S.S. S = 500/(V-W))	g/cc	2.68	2.68	2.68
Peso Específico Aparente (P.E.A = A/((V-W) -(500-A))	g/cc	2.75	2.75	2.75
<b>Porcentaje de Absorción n% ((500-A) /A*100)</b>	<b>%</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

El método ACI211 consiste en lograr datos cuantitativos de los agregados y aditivos.

### Materiales

Tabla 22: Cantidad de Materiales en el diseño de mezcla de concreto

f'c 175 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	2.86	1.3	1.5	1536.0	1758.0
AGREGADO FINO - CANTERA SOJO	2.64					
AGREGADO GRUESO - CANTERA SOJO	2.65	6.81	0.1	1.0	1320.0	1538.0

#### a) Selección de la resistencia a la compresión.

seleccionamos una resistencia de 175kg/cm<sup>2</sup>, siendo la cifra mínima de 280kg/cm<sup>2</sup> en pavimento tipo rígido por sugerencia según indica en el manual de Carreteras, "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos".

$$F'c = 175\text{kg/cm}^2$$

#### b) Elección de asentamiento

Es necesario la aplicación de mezclas consistentes para el pavimento rígido de acuerdo al concreto elegido. Ya que esto nos permite obtener mejor trabajabilidad de la mezcla, utilizando asentamientos de 4 pulgadas.

$$\text{Asentamiento} = 4''$$

### c) Elección del tamaño máximo nominal (TMN) y tamaño máximo (TM)

El TMN, denominado tamaño máximo nominal, del agregado tipo grueso será de  $\frac{3}{4}$ ", el cual es requerido por el ACI 318S-11 donde el TMN tiene un valor inferior o hasta igual a  $\frac{1}{3}$  del espesor en losa, es decir,  $TMN < h/3$ .

$$TMN = \frac{3}{4}"$$

### d) El Cálculo del agua de la mezcla y contenido del aire

"Sin aire incluido", es el concreto diseñado.

Por lo tanto, la **cantidad de agua = 230 L/m<sup>3</sup>**

Asimismo, corresponde a la cantidad de: **aire incluido = 2%**

### e) La Selección de la relación A/C

Por ende, **Relación a/c = 0.676**

Tabla 23: Análisis del diseño

ANÁLISIS DE DISEÑO		
<b>FACTOR CEMENTO</b>	<b>340 Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>8 Bls/m<sup>3</sup></b>
Volumen absoluto del cemento	0.10	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agua	0.23	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Aire	0.02	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
		<b>0.359</b>
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>		
Volumen absoluto del Agregado fino	0.308	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agregado grueso	0.333	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Arcilla	0	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
		<b>0.641</b>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>		<b>1.000</b>

Tabla 24: Cantidad de los materiales m3 – Peso Seco

<b>CANTIDAD DE MATERIALES m3 POR EN PESO SECO</b>		
CEMENTO	340	Kg/m3
AGUA	230	Lt/m3
AGREGADO FINO	813.12	Kg/m3
AGREGADO GRUESO	882.45	Kg/m3
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2265.57</b>	<b>Kg/m3</b>

Tabla 25: Corrección por humedad

<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>		
AGREGADO FINO HUMEDO	823.69	Kg/m3
AGREGADO GRUESO HUMEDO	883.33	Kg/m3
<b>CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>	<b>%</b>	<b>Lts/m3</b>
AGREGADO FINO	0.20	1.6
AGREGADO GRUESO	0.90	7.9
		9.6
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>		<b>239.6 Lts/m3</b>

Tabla 26: Proporción en peso

<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>	
C	1.0
A. F	2.4
A. G	2.6
H2o	29.9

Tabla 27: Dosificación para una probeta patrón

<b>CANTIDAD DE MATERIALES m3 EN PESO HUMEDO</b>	
CEMENTO	340 Kg/m3
AGUA	240 Lts/m3
AGREGADO FINO	824 Kg/m3
AGREGADO GRUESO	883 Kg/m3
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2287 Kg/m3</b>

Tabla 28: Cantidad de los materiales en m3 – Peso Seco - Macrofibra de vidrio 4kg/m3

<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 EN PESO SECO</b>		
CEMENTO	340	kg/m3
AGUA	240	Lt/m3
AGREGADO FINO	813.12	kg/m3
AGREGADO GRUESO	882.45	kg/m3
MACRO FIBRA DE VIDRIO	4	kg/m3
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2280</b>	<b>kg/m3</b>

Dosificación en peso para un concreto, con agregado fino con 4 kg/m3 de macro fibra de vidrio (1m3)

Tabla 29: Dosificación para una probeta patrón y 4kg/m3 macro fibra de vidrio

<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 EN PESO HUMEDO</b>		
CEMENTO	340	kg/m3
AGUA	240	Lt/m3
AGREGADO FINO	824	kg/m3
AGREGADO GRUESO	883	kg/m3
MACRO FIBRA DE VIDRIO	4	kg/m3
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2291</b>	<b>kg/m3</b>

Tabla 30: Cantidad de los materiales en m<sup>3</sup> – Peso Seco - Macrofibra de vidrio 4kg/m<sup>3</sup>

<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 EN PESO SECO</b>		
CEMENTO	340	kg/m <sup>3</sup>
AGUA	240	Lt/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	813.12	kg/m <sup>3</sup>
AGRADO GRUESO	882.45	kg/m <sup>3</sup>
MACRO FIBRA DE VIDRIO	5	kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2281</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

Dosificación de peso para un Hormigón, con agregado fino con 5 kg/m<sup>3</sup> de macro fibra de vidrio (1m<sup>3</sup>).

Tabla 31: Dosificación para una probeta patrón y 5kg/m<sup>3</sup> macrofibra de vidrio

<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 EN PESO HUMEDO</b>		
CEMENTO	340	kg/m <sup>3</sup>
AGUA	240	Lt/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	824	kg/m <sup>3</sup>
AGRADO GRUESO	883	kg/m <sup>3</sup>
MACRO FIBRA DE VIDRIO	5	kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2292</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

Tabla 32: Cantidad de los materiales en m<sup>3</sup> – Peso Seco - Macrofibra de vidrio  
4kg/m<sup>3</sup>

<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 EN PESO SECO</b>		
CEMENTO	340	kg/m <sup>3</sup>
AGUA	240	Lt/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	813.12	kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	882.45	kg/m <sup>3</sup>
MACRO FIBRA DE VIDRIO	6	kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2282</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

Dosificación de peso de concreto, sumando agregado fino con 6 kg/m<sup>3</sup> de macro fibra de vidrio (1m<sup>3</sup>)

Tabla 33: Dosificación para una probeta patrón y 6kg/m<sup>3</sup> macrofibra de vidrio

<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 EN PESO HUMEDO</b>		
CEMENTO	340	kg/m <sup>3</sup>
AGUA	240	Lt/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	824	kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	883	kg/m <sup>3</sup>
MACRO FIBRA DE VIDRIO	6	kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2293</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

## ENSAYOS MECÁNICOS

### Determinación de la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

Las siguientes tablas se verifica que la resistencia a la compresión elevó su valor por la adición de macrofibra de vidrio, pues la sílice de vidrio brinda tenacidad y ductilidad al concreto logrando incrementar sus resistencias iniciales.

#### a) Resistencia por compresión de los 7 días

Tabla 34: Resultados cuantitativos de resistencia por compresión a los 7 primeros días

DOSIFICACIÓN		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ARE A cm3	FUERZA MAXIMA kgf	f'c kg/cm2	f'c promedio kg/cm2
Patrón	1	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13523.90	172.28	172.24
	2	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13453.20	171.38	
	3	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13584.50	173.05	
4 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	05/06/2021	78.5	14008.70	178.45	177.68
	2	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13867.30	176.65	
	3	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13968.30	177.94	
5 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	05/06/2021	78.5	14533.90	185.15	185.87
	2	29/05/2021	05/06/2021	78.5	14624.80	186.30	
	3	29/05/2021	05/06/2021	78.5	14614.70	186.17	
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13483.50	171.76	173.22
	2	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13796.60	175.75	
	3	29/05/2021	05/06/2021	78.5	13513.80	172.15	

**b) Resistencia por compresión de los 14 días**

Tabla 35: Resultados cuantitativos de resistencia por compresión a 14 días

DOSIFICACIÓN		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	AREA cm <sup>3</sup>	FUERZA MAXIMA kgf	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c promedio kg/cm <sup>2</sup>
Patrón	1	29/05/2021	12/06/2021	78.5	15759.00	200.75	200.55
	2	29/05/2021	12/06/2021	78.5	15787.00	201.11	
	3	29/05/2021	12/06/2021	78.5	15683.00	199.78	
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	12/06/2021	78.5	17385.10	221.47	219.21
	2	29/05/2021	12/06/2021	78.5	17077.10	217.54	
	3	29/05/2021	12/06/2021	78.5	17162.50	218.63	
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	12/06/2021	78.5	18879.70	240.51	241.14
	2	29/05/2021	12/06/2021	78.5	19095.20	243.25	
	3	29/05/2021	12/06/2021	78.5	18814.20	239.67	
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	12/06/2021	78.5	17019.40	216.81	216.57
	2	29/05/2021	12/06/2021	78.5	17065.90	217.40	
	3	29/05/2021	12/06/2021	78.5	16917.40	215.51	

**c) Resistencia por compresión de los 28 días**

Tabla 36: Resultados cuantitativos de resistencia en compresión en 28 días

DOSIFICACIÓN		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	AREA cm <sup>3</sup>	FUERZA MAXIMA kgf	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c promedio kg/cm <sup>2</sup>
Patrón	1	29/05/2021	26/06/2021	78.5	18786.00	239.31	236.35
	2	29/05/2021	26/06/2021	78.5	18432.50	234.81	
	3	29/05/2021	26/06/2021	78.5	18442.60	234.94	
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	26/06/2021	78.5	20715.10	263.89	262.56
	2	29/05/2021	26/06/2021	78.5	20432.30	260.28	
	3	29/05/2021	26/06/2021	78.5	20684.80	263.50	
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	26/06/2021	78.5	21119.10	269.03	271.22
	2	29/05/2021	26/06/2021	78.5	21462.50	273.41	
	3	29/05/2021	26/06/2021	78.5	21290.80	271.22	
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	1	29/05/2021	26/06/2021	78.5	20200.00	257.32	255.78
	2	29/05/2021	26/06/2021	78.5	20058.60	255.52	
	3	29/05/2021	26/06/2021	78.5	19977.80	254.49	

Tabla 37: Resultado del ensayo a compresión axial del concreto patrón a las edades en 7, 14 y 28 días

7 días PATRÓN				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	172.28	171.38	173.05	<b>172.24 kg/cm2</b>
f'c máximo kg/cm2	184.15			
f'c mínimo kg/cm2	179.52			
14 días PATRÓN				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	200.75	201.11	199.78	<b>200.55 kg/cm2</b>
f'c máximo kg/cm2	201.01			
f'c mínimo kg/cm2	199.68			
28 días PATRÓN				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	239.31	234.81	234.94	<b>236.35 kg/cm2</b>
f'c máximo kg/cm2	239.19			
f'c mínimo kg/cm2	234.69			



Figura 14: Resistencia a la compresión axial del concreto patrón a las edades de 7, 14 y 28 días

Tabla 38: Resultado del ensayo de compresión axial en el concreto sumando 4kg/m3 macro fibra de vidrio a las edades de 7, 14 y 28 días

7 días (4kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	178.45	176.65	177.94	177.68 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	178.36			
f'c mínimo kg/cm2	176.56			
14 días (4kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	221.47	217.54	218.63	219.21 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	221.35			
f'c mínimo kg/cm2	217.43			
28 días (4kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	263.39	260.28	263.50	262.56 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	263.75			
f'c mínimo kg/cm2	260.15			

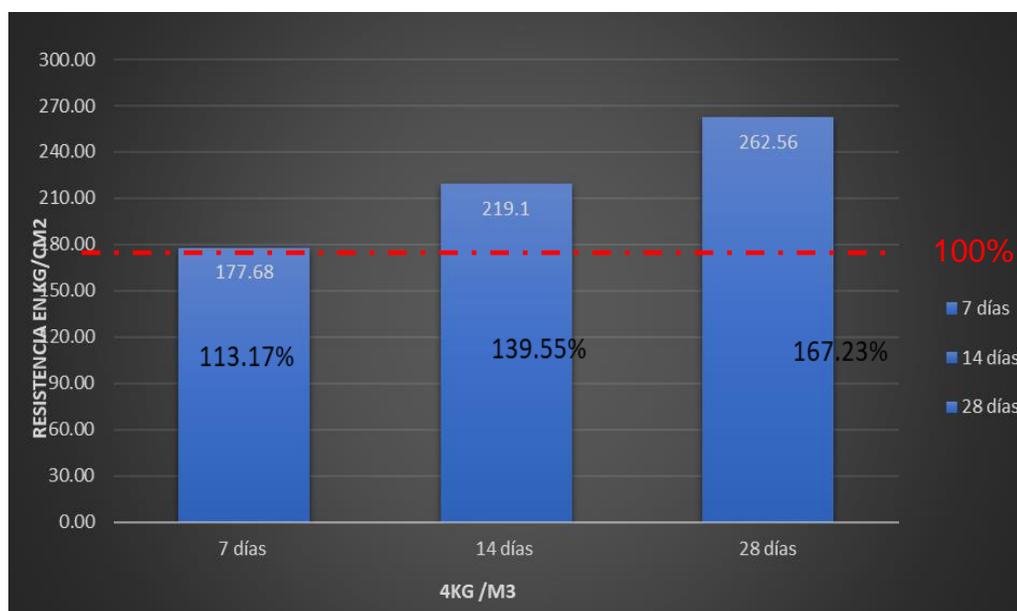


Figura 15: Resistencia a la compresión axial del concreto añadiendo 4kg/m3 macro fibra de vidrio a 7, 14 y 28 días

Tabla 39: Resultado del ensayo a compresión axial del concreto añadiendo 5kg/m3 macro fibra de vidrio en 7, 14 y 28 días

7 días (5kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	185.15	186.30	186.17	185.87 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	186.21			
f'c mínimo kg/cm2	185.05			
14 días (5kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	240.51	243.25	239.67	241.14 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	243.13			
f'c mínimo kg/cm2	239.55			
28 días (5kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	269.03	273.41	271.22	271.22 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	273.27			
f'c mínimo kg/cm2	268.90			

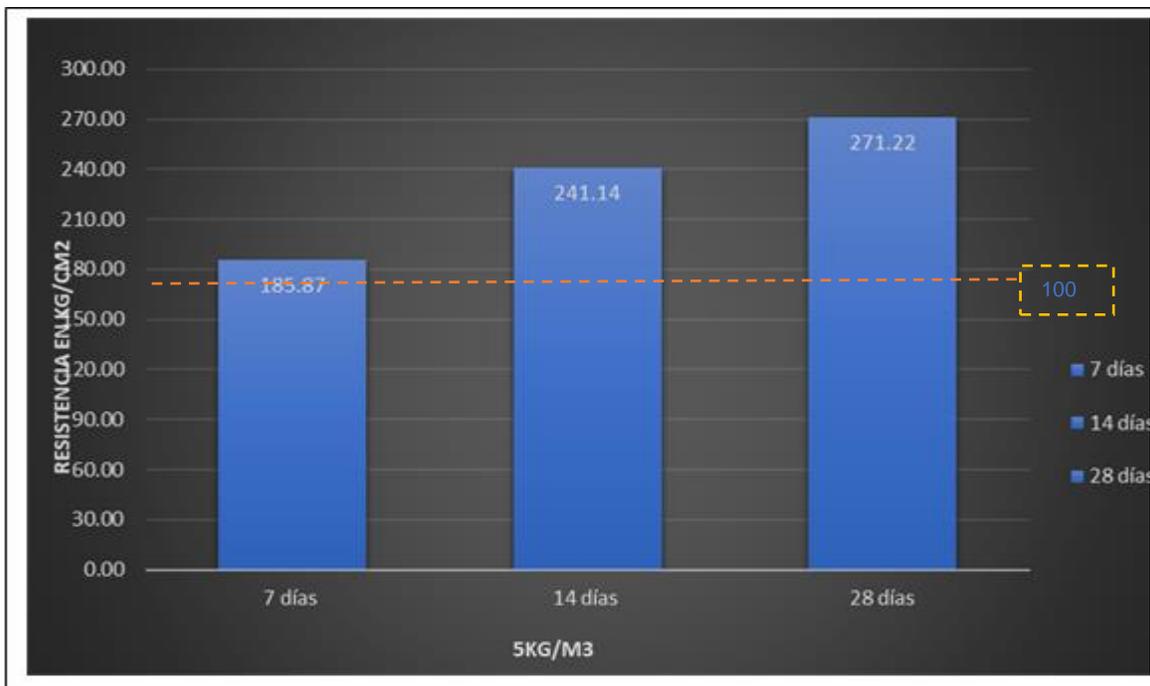


figura 16: Resistencia a la compresión axial del concreto añadiendo 5kg/m3 macrofibra de vidrio a los días de 7, 14 y 28

Tabla 40: Resultado del ensayo realizado en compresión axial para el concreto adjuntando 6kg/m3 macrofibra de vidrio a las edades de 7, 14 y 28 días

7 días (6kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	171.76	175.75	172.15	173.22 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	175.66			
f'c mínimo kg/cm2	171.68			
14 días (6kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	216.81	217.40	215.51	216.57 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	217.29			
f'c mínimo kg/cm2	215.40			
28 días (6kg/m3 Macro Fibra de Vidrio)				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	257.32	255.52	254.49	255.78 kg/cm2
f'c máximo kg/cm2	257.19			
f'c mínimo kg/cm2	254.37			

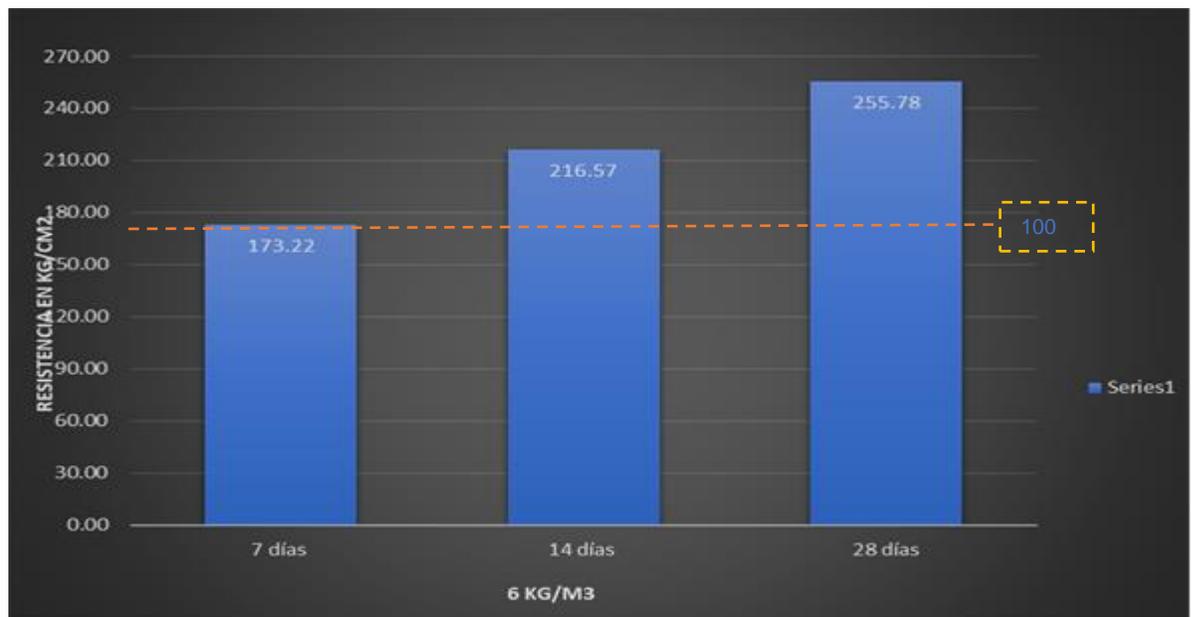


Figura 17 Resistencia a la compresión axial del concreto añadiendo 6 kg/m3 de macrofibra de vidrio a edades de 7, 14, y 28 días

Tabla 41: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 7 días

7 Días PATRÓN				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	172.28	171.38	173.05	172.24
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	184.15			kg/cm <sup>2</sup>
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	179.52			
7 Días (4kg/cm <sup>2</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	177.68
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	178.45	176.65	177.94	kg/cm <sup>2</sup>
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	178.36			
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	176.56			
7 Días (5kg/cm <sup>2</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	185.87
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	185.15	186.30	186.17	kg/cm <sup>2</sup>
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	186.21			
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	185.05			
7 Días (6kg/cm <sup>2</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	173.22
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	171.76	175.75	172.15	kg/cm <sup>2</sup>
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	175.66			
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	171.68			

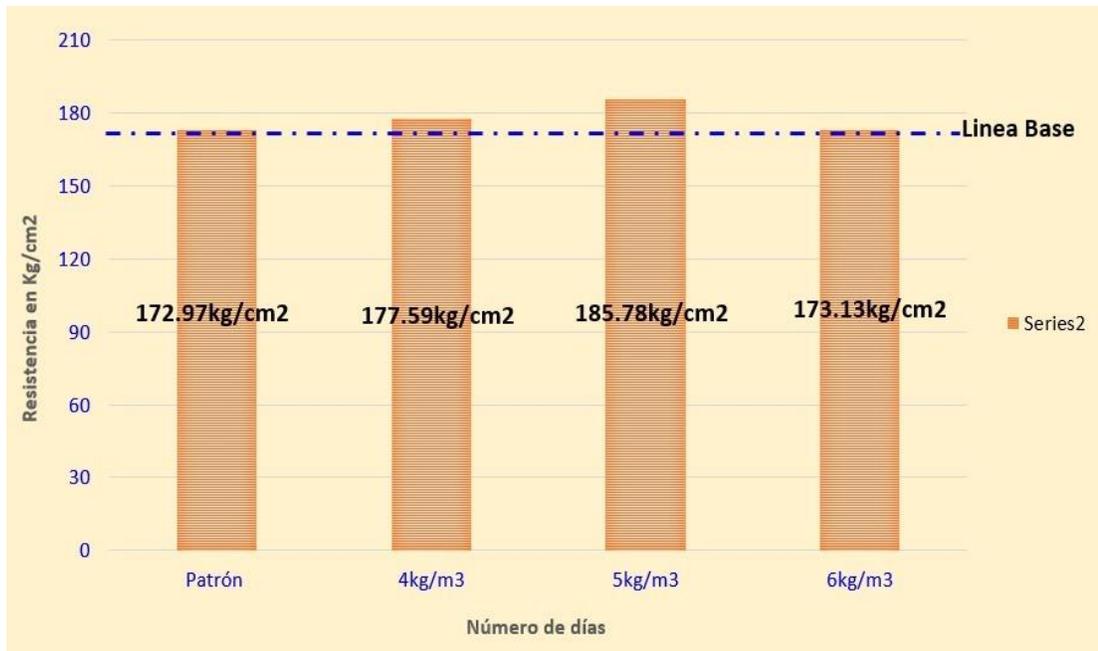


Figura 18: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 7 días

Tabla 42: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 14 días

14 días PATRÓN				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	200.65	201.01	199.68	200.45
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	201.01			kg/cm <sup>2</sup>
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	199.68			
14 días (4kg/m <sup>3</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	221.35	217.43	218.52	219.10
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	221.35			kg/cm <sup>2</sup>
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	217.43			
14 días (5kg/m <sup>3</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	240.38	243.13	239.55	241.02
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	243.13			kg/cm <sup>2</sup>
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	239.55			
14 días (6kg/m <sup>3</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	216.70	217.29	215.40	216.46
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	217.29			kg/cm <sup>2</sup>
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	215.40			

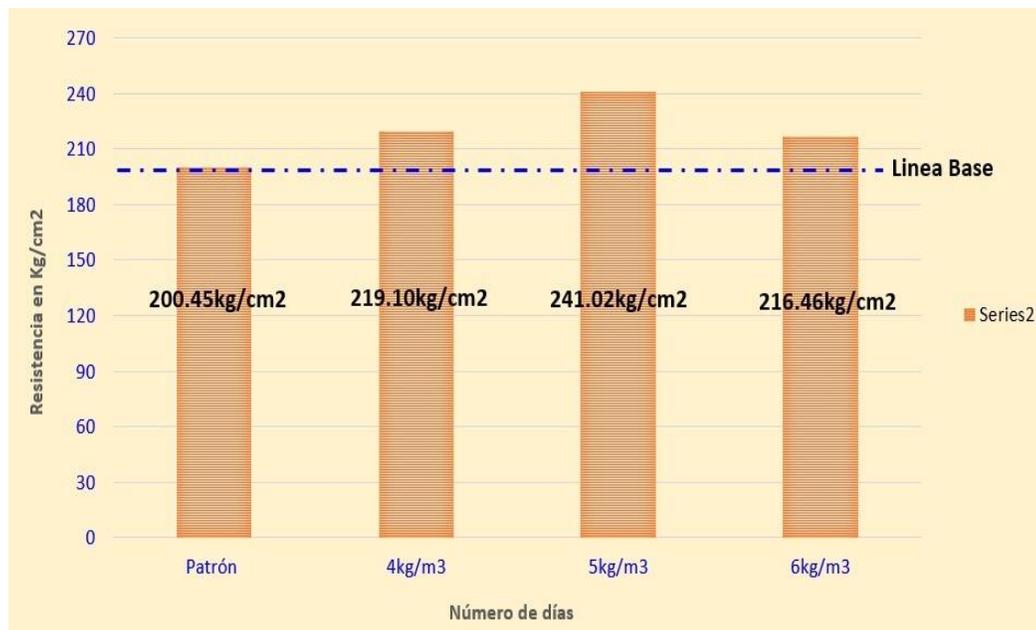


Figura 19: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 14 días

Tabla 42: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 28 días

28 días PATRÓN				PROMEDIO
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	239.19	234.69	234.82	236.23 kg/cm <sup>2</sup>
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>				
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>				
28 días (4kg/m <sup>3</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	263.75	260.15	263.37	262.42 kg/cm <sup>2</sup>
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	263.75			
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	260.15			
28 días (5kg/m <sup>3</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	268.90	273.27	271.08	271.08 kg/cm <sup>2</sup>
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	273.27			
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	268.90			
28 días (6kg/m <sup>3</sup> Macro Fibra de Vidrio)				
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	257.19	255.39	254.37	255.65 kg/cm <sup>2</sup>
f'c máximo kg/cm <sup>2</sup>	257.19			
f'c mínimo kg/cm <sup>2</sup>	254.37			

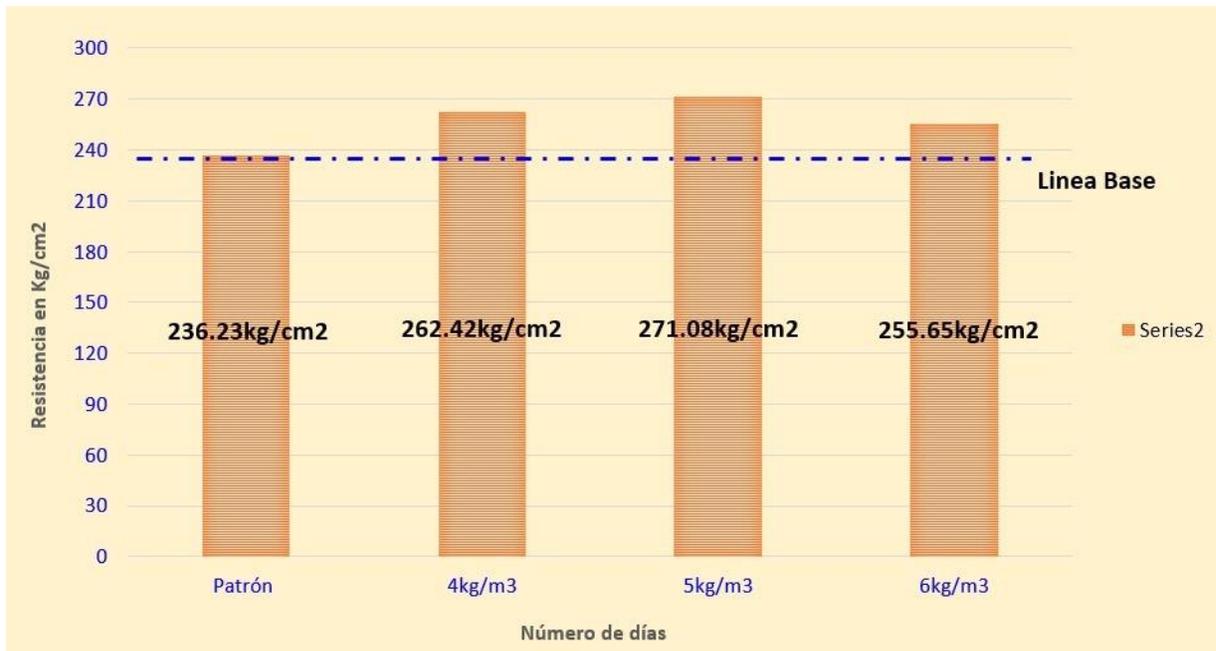


Figura 20: Comparación de resistencia alcanzada a la edad de 28 días

## Desarrollo de la resistencia por flexión en vigas con apoyos simple y cargas en los tercios del tramo (ASTM C-78 / NTP 339.078)

En las siguientes tablas se verifica la resistencia a la compresión incrementaron por la adición de macro fibra de vidrio, puesto que la sílice de vidrio aporta tenacidad y ductilidad al concreto satisfaciendo el aumento de sus resistencias en un inicio.

### Resultados de ensayos a flexión en concreto patrón a 7, 14 y 28 días de edad

Tabla 43: Los Resultados cuantitativos de resistencia a\_ la flexión Patrón

PROBETAS			EDAD	DIMENSIONES			FUERZA MAXIMA kg	Mr kg/cm <sup>2</sup>	Mr promedio kg/cm <sup>2</sup>
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA		ANCHO cm	PERALTE cm	LUZ LIBRE cm			
1	29/05/2021	5/06/2021	7	15	15	45	2028.3	27.04	27.50
2	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2096.7	27.96	
3	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2062.0	27.49	
1	29/05/2021	12/06/2021	14	15	15	45	2422.0	32.29	32.28
2	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2439.0	32.52	
3	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2402.0	32.03	
1	29/05/2021	26/06/2021	28	15	15	45	2858.0	38.11	37.76
2	29/05/2021	26/06/2021		15	15	45	2796.0	37.28	
3	29/05/2021	26/06/2021		15	15	45	2841.0	37.88	



Figura 21: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión \_ Patrón

**Resultados de ensayos a flexión del concreto\_ con 4kg/m3 de macro fibra de vidrio a 7, 14 y 28 días**

Tabla 44: Tabla 37: Resultados cuantificados de resistencia por flexión con 4kg/m3 de macro fibra de vidrio

PROBETAS			EDAD	DIMENSIONES			FUERZA MAXIMA kg	Mr kg/cm2	Mr promedio kg/cm2
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA		ANCHO cm	PERALTE cm	LUZ LIBRE cm			
1	29/05/2021	5/06/2021	7	15	15	45	2458.7	32.78	32.27
2	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2382.7	31.77	
3	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2418.6	32.25	
1	29/05/2021	12/06/2021	14	15	15	45	2648.2	35.31	35.09
2	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2639.1	35.19	
3	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2608.5	34.78	
1	29/05/2021	29/06/2021	28	15	15	45	2896.0	38.61	38.61
2	29/05/2021	29/06/2021		15	15	45	2912.0	38.83	
3	29/05/2021	29/06/2021		15	15	45	2879.0	38.39	



Figura 22: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión 4kg/m3 Macro fibra de vidrio

**Resultados de ensayos a la flexión del concreto agrgando 5kg/m3 de macrofibra de vidrio en 7, 14 & 28 días.**

Tabla 45: Los\_ Resultados cuantitativos de resistencia a flexión con 5kg/m3 de macro fibra de vidrio

PROBETAS			EDAD	DIMENSIONES			FUERZA MAXIMA kg	Mr kg/cm2	Mr promedio kg/cm2
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA		ANCHO cm	PERALTE cm	LUZ LIBRE cm			
1	29/05/2021	5/06/2021	7	15	15	45	2386.1	31.81	31.93
2	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2405.2	32.07	
3	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2392.1	31.89	
1	29/05/2021	12/06/2021	14	15	15	45	2717.1	36.23	36.01
2	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2686.2	35.82	
3	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2698.7	35.98	
1	29/05/2021	29/06/2021	28	15	15	45	3031.0	40.41	40.45
2	29/05/2021	29/06/2021		15	15	45	3052.0	40.69	
3	29/05/2021	29/06/2021		15	15	45	3019.0	40.25	



Figura 23: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión 5kg/m3 Macro fibra de vidrio

**Los\_ Resultados de ensayos a flexión del concreto agregando 6kg/m3 de macrofibra de vidrio a las edades de 7, 14 y 28 días**

Tabla 46: Tabla 39: Resultados cuantitativos de resistencia a flexión con 6kg/m3 de macro fibra de vidrio

PROBETAS			EDAD	DIMENSIONES			FUERZA MAXIMA kg	Mr kg/cm2	Mr promedio kg/cm2
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA		ANCHO cm	PERALTE cm	LUZ LIBRE cm			
1	29/05/2021	5/06/2021	7	15	15	45	2286.9	30.49	30.36
2	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2269.5	30.26	
3	29/05/2021	5/06/2021		15	15	45	2274.3	30.32	
1	29/05/2021	12/06/2021	14	15	15	45	2446.0	32.61	32.53
2	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2458.0	32.77	
3	29/05/2021	12/06/2021		15	15	45	2415.0	32.20	
1	29/05/2021	29/06/2021	28	15	15	45	2951.0	39.35	39.24
2	29/05/2021	29/06/2021		15	15	45	2935.0	39.13	
3	29/05/2021	29/06/2021		15	15	45	2942.0	39.23	



Figura 24: Curva resistencia vs Tiempo - Flexión 6kg/m3 Macro fibra de vidrio

## V. DISCUSIÓN

### OBJETIVO GENERAL.

El proyecto de tesis se orientó en decidir la influencia de la macrofibra de vidrio en la fuerza a la flexión del material de concreto para pavimentos rígidos, de esta manera en la Tabla N°42 se verifica las fuerzas a compresión axial obtenidas del concreto convencional y el concreto añadido en kilogramos las dosificaciones de 4kg/m<sup>3</sup>, 5kg/m<sup>3</sup> y 6kg/m<sup>3</sup> de macrofibra de vidrio a los 14 días. El concreto sin añadir macro fibra de vidrio el concreto convencional o patron, logró una resistencia por compresión en valor promedio de  $f'c = 200.45 \text{ kg/cm}^2$ , resaltando la resistencia en el diseño  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . La resistencia media lograda por el concreto patrón equivale el 100% a los 14 días. Esto fue comparado con la que manifiesta Bazán Alcántara & Rojas Casique (2018) manifiesta que, al lograr los resultados de laboratorio de compresión y flexión, concluimos que se optimiza la resistencia al incorporar el 17.65% de vidrio reciclado con una sustitución parcial del agregado grueso y verificamos la mezcla optima del concreto. Por esta razón, recomendamos a todos los profesionales realizar investigaciones del concreto, utilizando diferentes métodos de diseño de tal forma que se obtiene la dosificación correcta; considerando que los agregados manejan sus propias características o se pueden realizar mezclas entre ellas para mejora de su rendimiento.

### OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Se determinaron la resistencia a la flexión sin la incorporación de macrofibra de vidrio en pavimento rígido obteniendo los valores de 172.97 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 200.45 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 236.23 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; según García Chambilla (2017) manifiesta que el aumento de estas fibras en porcentajes con valor de 0.025%, 0.075% y 0.125%, la resistencia del concreto aumenta con respecto al convencional, en cada uno de los grupos de control y la disminución del presupuesto de producción, asimismo recomienda que incorporar fibra de vidrio al concreto hasta el 0.025% en relación al peso total de material, ya que

mientras mas sea el porcentaje que se adiciona la fibra de vidrio, esta reduce la resistencia del concreto a compresión.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO 2**

Se determinó la proporción de macrofibra de vidrio para la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos según los resultados obtenidos de laboratorio nos indica que la resistencia optima es de  $200.45\text{ kg/cm}^2$  a los 14 días incorporando  $5\text{gk/m}^3$ . Asimismo, Catalan Arteaga (2016) define que, para encontrar la relación del vidrio en estado triturado en el hormigón, se realizaron mezclas tipo prueba con graduación de H15, H20 y H30, reemplazando parcialmente la arena por el vidrio. Las resistencias resultantes se compararon con las de hormigones convencionales. Los resultados obtenidos indicaron que la incorporación del vidrio no altera sus propiedades en estado endurecido y fresco, además de incrementar la resistencia a un 10% del agregado de vidrio, resultando sólido con las investigaciones previas, asimismo corrobora la hipótesis planteada.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO 3**

Se realizaron diferentes proporciones de macrofibra de vidrio de  $4\text{kg/m}^3$ ,  $5\text{kg/m}^3$  y  $6\text{kg/m}^3$  a los 7, 14 y 28 días; obteniendo diferentes resistencias a flexión, donde se verifica que se obtuvo una resistencia optima de  $40.45\text{ kg/cm}^2$  a los 28 días incorporando  $5\text{kg/m}^3$  de macrofibra de vidrio generando la disminución de espesor de la carpeta de rodadura. Asimismo, según Lobatón Estrada (2018) indica que al añadir el vidrio triturado a la mezcla hay una influencia en la resistencia por flexión, además después de analizar las clases de vidrios triturados, se fijó que la cantidad óptima para la resistencia a la flexión, correspondiente al tamiz N°4 de  $4.75\text{mm}$  o tipo granular, obteniendo una resistencia de  $45.91\text{ kg/cm}^2$ , adicionalmente generando un menor espesor de la carpeta de rodadura. Asimismo, recomienda para esta clase de investigación, que emplea otros tipos de materiales que son reciclables para disminuir la

cantidad de desechos el impacto en el medio ambiente, pueda incidir directamente en la resistencia del concreto.

## VI. CONCLUSIÓN

**O.G** En la presente tesis concluimos que la macrofibra de vidrio influye sobre la resistencia en flexión propia del concreto para pavimento tipo rígido, obteniendo la óptima resistencia a la flexión con 5kg/m<sup>3</sup> de macrofibra de vidrio a los 28 días correspondiente a los 40.45 kg/cm<sup>2</sup> como se muestra a continuación:

Tabla 47: Resultado de la Conclusión General

	Patrón	4kg/m <sup>3</sup>	5kg/m <sup>3</sup>	6kg/m <sup>3</sup>
EDAD	Mr promedio kg/cm <sup>2</sup>			
7	27.50	32.27	31.93	30.36
14	32.28	35.09	36.01	32.53
28	37.76	38.61	40.45	39.24

**O.E** Se definió la resistencia en flexión sin la incorporación de macrofibra de vidrio en pavimentos rígidos obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 48: Resultados de la Conclusión específica N°01 - Patrón

	<b>Patrón</b>
<b>EDAD</b>	<b>Mr promedio kg/cm2</b>
<b>7</b>	27.50
<b>14</b>	32.28
<b>28</b>	37.76

Asimismo, se obtuvo el resultado a comprensión del concreto convencional o patrón en los 7, 14 y 28 días, donde se tiene:

Tabla 49: Resultados de la Conclusión específica N°01 – Patrón 7, 14 y 28 días

<b>7 días PATRÓN</b>				<b>PROMEDIO</b>
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	172.28	171.38	173.05	<b>172.24 kg/cm2</b>
f'c máximo kg/cm2	184.15			
f'c mínimo kg/cm2	179.52			
<b>14 días PATRÓN</b>				<b>PROMEDIO</b>
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	201.75	201.11	199.78	<b>200.55 kg/cm2</b>
f'c máximo kg/cm2	201.01			
f'c mínimo kg/cm2	199.68			
<b>28 días PATRÓN</b>				<b>PROMEDIO</b>
Probeta	1	2	3	
Esfuerzo kg/cm2	239.31	234.81	234.94	<b>236.35 kg/cm2</b>
f'c máximo kg/cm2	239.19			
f'c mínimo kg/cm2	234.69			

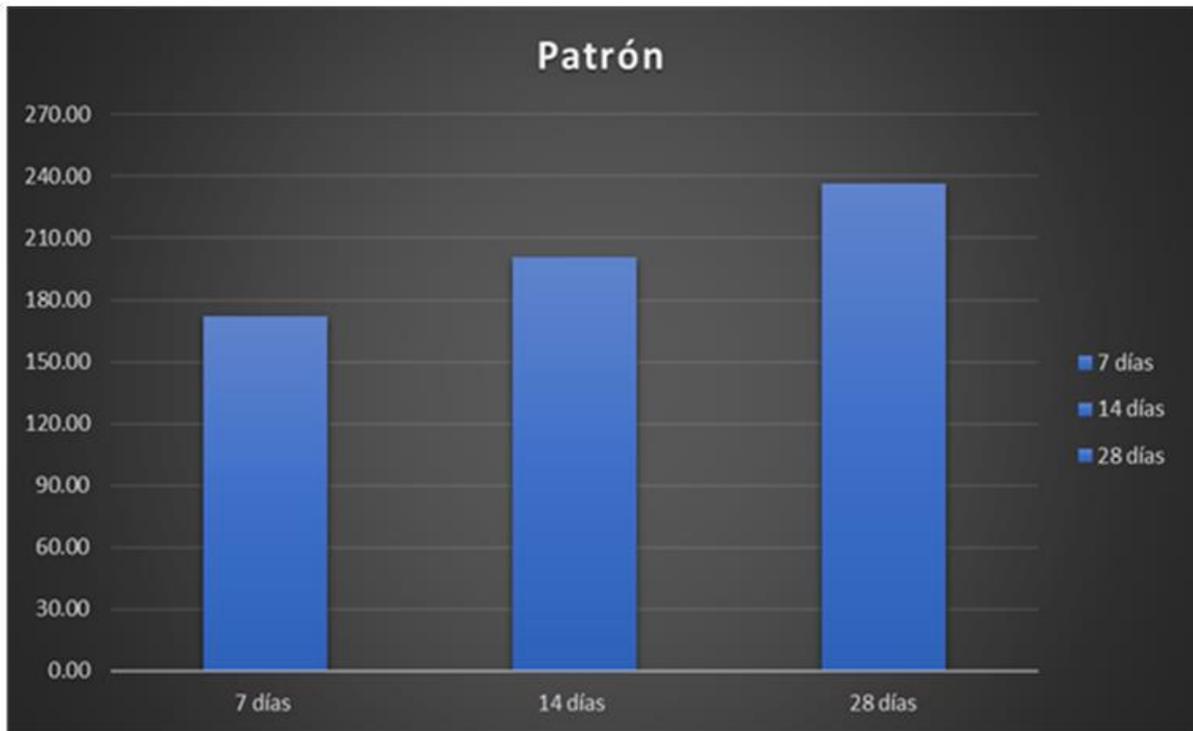


Figura 25: Resultados de la Conclusión específica N°01 – Patrón 7, 14 y 28 días

Resistencia por compresión axial en el concreto patrón en 7, 14 y 28 días

**O.E2** Se determinó la proporción de macrofibra de vidrio para la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , en pavimentos rígidos según los resultados obtenidos de laboratorio, indica resistencia óptima de  $271.08 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días incorporando  $5 \text{ g/m}^3$  de macrofibra de vidrio.

**O.E3** Se realizaron diferentes proporciones de macrofibra de vidrio de  $4 \text{ kg/m}^3$ ,  $5 \text{ kg/m}^3$  y  $6 \text{ kg/m}^3$  a las edades 7, 14 y 28 días; obteniendo diferentes resistencias a flexión, donde se verifica que se logro una resistencia optima de  $40.45 \text{ kg/cm}^2$  obtenida a 28 días de edad incorporando  $5 \text{ kg/m}^3$  de macrofibra de vidrio generando la disminución de espesor de la carpeta de rodadura

## VII. RECOMENDACIÓN

**1ra:** Según la investigación realizada la macrofibra de vidrio influye en la resistencia a la flexión. Motivo por el cual, recomendamos a la máxima autoridad a nivel nacional al MTC, tener en presente esta investigación para futuros proyecto con la incorporación de la macrofibra de vidrio con diferentes diseños de patrón.

**2da:** Desarrollar estudios con otras resistencias y diferentes porcentajes de microfibra de vidrio en relación al concreto patrón. Por lo que se recomienda a las (Direcciones Generales de Transporte).

**3ra:** Asimismo, se desarrollaron las proporciones de la incorporación de la macrofibra de vidrio en 4kg/m<sup>3</sup>, 5kg/m<sup>3</sup> y 6kg/m<sup>3</sup> para un diseño patrón de  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ ; por lo que se recomienda realizar otros porcentajes de incorporación de la macrofibra de vidrio, también se recomienda a las Municipales Fiscales hacer el cumplimiento de esta investigación

**4ta:** Por otro lado, se verificó que la resistencia optima se da a los 28 días incorporando 5kg/m<sup>3</sup> de macrofibra de vidrio generando la reducción de espesor de la carpeta de rodadura. Por ello se recomienda a los consultores y ejecutores tomar en cuenta los ensayos que se realizaron en la presente investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrigo Campos , L. S. (2018). Resistencia del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando fibra de vidrio en proporciones de 2%, 4% y 6%. Cajamarca : Universidad Privada del Norte .
- Almeida Beltran , J., & Trujillo vivas, C. (2017). Principios basicos de la construccion sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboracion de hormigones . Quito: Universidad Central del Ecuador .
- Bazán Alcántara , L., & Rojas Casique, R. (2018). Comportamiento mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, san Martín - 2018. Moyobamba : Universidad César Vallejo .
- Cano Bonilla , H. L. (2019). Diseño sismico y estructural del edificio multifamiliar Las Flores en la urbanizacion el Ingeniero III, Pimentel - Chiclayo - Lambayeque. Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Cano Cano, J., & Cruz Pulgarin, C. (2017). Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresion del hormigon . Pereira: Universidad Seccional Pereira .
- Catalan Arteaga, C. (2013). Estudio de la influencia del vidio molido en hormigones grado H15, H20 y H30. Valdivia : Universidad Austral de Chile .
- civilgeeks.com. (15 de Octubre de 2020). Resistencia a la flexion del concreto. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/03/18/resistencia-a-la-flexion-del-concreto/>
- Del Cid, A., Mendez, R., & Sandoval, F. (2011). Investigación, Fundamentos y metodoloía. México: Pearson Educacion.
- Fernández Altamirano , E. J. (2017). Evalaución de las proporciones del residuo PVC de tapicería sobre la resistencia a la compresion, flexion, asentamiento

- y costos en un concreto para pavimento rígido, Trujillo - La Libertad, 2017. Trujillo: Universidad Privada del Norte .
- Gallegos , H., & Casabonne, C. (2005). Albañilería Estructural. Perú: Universidad Católica del Perú.
- García B. , A. (2018). Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla . Bolivia : Universidad Pontificia Bolivariana .
- García Chambilla, B. F. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Puno. Puno: Universidad Nacional del Altiplano .
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. México: MC Braw Hill.
- Huatay Aliaga , E. Y. (2014). Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo Microsilice. Cajamarca : Universidad Nacional Cajamarca .
- Lacasa. (11 de mayo de 2021). Materiales de Construcción. Obtenido de Placas sílico calcáreas P-7, P-10, P-12 y P-14 para muros divisorios: [http://www.mineraluren.com/Productos\\_Materiales.html](http://www.mineraluren.com/Productos_Materiales.html)
- Lee, S. (2010). Mechanical performance and crack retardation study of a fiberglass-grid-reinforced asphalt concrete system. Canadian Journal of Civil Engineering.
- Lobatón Estrada , J. A. (2018). Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la flexión del concreto estructural para pavimentos rígidos en la ciudad de Huancavelica - 2018. Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica .
- Rivera L. , G. (2018). Resistencia del Concreto .

- Robert Manuel , C. C. (2019). Resistencia por compresión y módulo de rotura en pavimentos rígidos, incorporando microsílíce y un policarboxilato. Lima : Universidad Ricardo Palma .
- Sanchez, J., Cobo, A., Diaz, B., & Mateos, I. (2015). Estudio experimental del comportamiento a compresion de hormigones autocompactacion reforzados con fibra de acero. Madrid : Universidad Politecnica de Madrid .
- Valderrama Mendoza , S. (2015). pasos para elaborar proyectos de investigacion cientifica .
- Wei, G., & Mao , X. (2020). Performance Assessment on Fiberglass-Polyester Paving Mat Being Applied in Asphalt Mixture Complex. New York: Advances in Civil Engineering.

## **VIII.ANEXOS**

1. Matriz de Operacionalización de Variables
2. Matriz de Consistencia
3. Instrumentos
4. Validación de los instrumentos
5. Ensayos
6. Panel Fotográfico
7. Recibo turnitin

# ANEXO 01:

Tabla 50: Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>Macro fibra de vidrio</b>	El vidrio es un material formado principalmente por silicatos, el cual se halla en estado sólido a temperatura ambiente. Se caracteriza por ser un material duro, frágil, transparente y resistente a la corrosión, al desgaste y a la compresión. (RNE, et. al. 2016).	Para la aplicación de la macro fibra de vidrio se requiere conocer las dimensiones como la dosificación de la macro fibra de vidrio y los parámetros de medición	Dosificación de macro fibra de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4KG de macro fibra de vidrio</li> <li>• 5KG de macro fibra de vidrio</li> <li>• 6KG de macro fibra de vidrio</li> </ul>	Ensayo de laboratorio
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>Resistencia a la flexión</b>	(Lobatón Estrada , 2018) Define que la resistencia a la flexión es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.	Para la medición de la resistencia a la flexión se debe conocer las dimensiones, conformadas por el ensayo de módulo de rotura y la curva de esfuerzo – deformación	Ensayo de Flexión	Módulo de rotura	Ensayo de módulo de rotura
			Curva esfuerzo – deformación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformación unitaria, carga (kaf)</li> <li>• Esfuerzo (kaf/cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	Ensayo de laboratorio

Fuente: Elaboración propia, 202

# ANEXO 02:

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** Aplicación de Macrofibra de Vidrio para mejorar la Resistencia a la Flexión en Pavimento Rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020

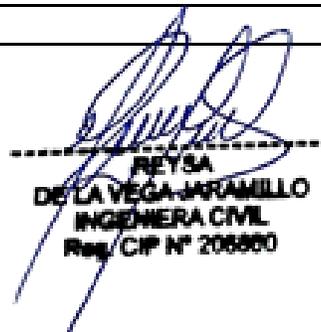
**AUTOR:** Flores Viera, Luis

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGIA
<p><b>Problema General</b> ¿De qué manera la Aplicación de macrofibra de vidrio influirá en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido en la Av. Santa Cruz - Sullana 2020</p> <p><b>Problema Específico</b> ¿Cuál es la resistencia a la Flexión sin la incorporación de macrofibra de vidrio en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz - Sullana 2020?</p> <p>¿De qué manera la proporción óptimo de microfibra de Vidrio influye en la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2</math> en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz - Sullana 2020?</p> <p>¿De qué manera la incorporación de macrofibra de vidrio influye en el espesor óptimo del pavimento rígido de la Av. Santa Cruz - Sullana 2020?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar la influencia de la macrofibra de vidrio en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido en la Av. Santa Cruz - Sullana 2020</p> <p><b>Objetivo Específico</b> Determinar la resistencia a la flexión sin la incorporación de macrofibra de vidrio en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz - Sullana 2020.</p> <p>Determinar la proporción de macrofibra de Vidrio para la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math> en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz - Sullana 2020</p> <p>Determinar el espesor óptimo del pavimento rígido incorporando diferentes proporciones de macrofibra de vidrio en la Av. Santa Cruz Sullana 2020</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La aplicación de macrofibra de vidrio mejorará la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígido en la Av. Santa Cruz -Sullana 2020</p> <p><b>Hipótesis Especifica</b> La Resistencia ala flexión no mejorara sin la incorporación de la macrofibra de vidrio en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz Sullana 2020</p> <p>La proporción óptima de MacroFibra de Vidrio mejorará la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c= 175\text{Kg/cm}^2</math> en pavimento rígido de la Av. Santa Cruz - Sullana 2020</p> <p>El espesor óptimo del pavimento rígido se obtendrá incorporando diferentes proporciones de macrofibra de la Av. Santa Cruz - Sullana 2020</p>	<b>Variable Independiente:</b> Macro fibra de Vidrio		<p><b>Tipo de Investigación</b> Tipo Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> La investigación de considera de Nivel Explicativo.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b> El Diseño de esta Investigación se considera Cuasi - Experimental</p> <p><b>Enfoque de la Investigación</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población</b> La población está conformada por el pavimento rígido de la Av. Santa Cruz (14 cuadras)</p> <p><b>Muestra</b> El tamaño de la muestra está Conformada por 36 muestras</p>
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
			Dosificación de la macrofibra de vidrio	4 kg dosificación de macrofibra de vidrio	
				5 kg dosificación de macrofibra de vidrio	
				6 kg dosificación de macrofibra de vidrio	
			<b>Variable Dependiente:</b> Resistencia a la Flexión		
<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>				
Ensayo de Flexo tracción	Módulo de Rotura				
Curva de esfuerzo - Deformación	Deformación unitaria, Carga (kg) Esfuerzo (Kg/ cm <sup>2</sup> )				

Fuente: Elaboración Propia, 2020

# ANEXO 03:

INSTRUMENTO				
Proyecto: "Aplicación de Macro Fibra de Vidrio para mejorar la Resistencia a la Flexión en Pavimento Rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020"				
Autor: Flores Viera, Luis Alberto				
<b>I INFORMACION GENERAL</b>				
Ubicación:	Av. Santa Cruz – Sullana			
Distrito:	Sullana	Altitud:	60msnm	
Provincia:	Sullana	Latitud:	-4.90389	
Departamento:	Piura	Longitud:	-80.68528	Evaluación
<b>MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>				
<b>II DOSIFICACION DE LA MACROFIBRA DE VIDRIO</b>				
4kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	5kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	6kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	0.90	
<b>III PROPIEDADES MECANICAS DE LA MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>				
Resistencia a la flexión	Resistencia a la compresión	Resistencia a la deformación	0.90	
<b>RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>IV ENSAYO DE MODULO DE ROTURA</b>				
Módulo de rotura	0.95			
<b>V CURVA ESFUERZO – DEFORMACION</b>				
Deformación unitaria	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm2)	1.00	
<b>Apellidos y Nombres</b> DE LA VEGA JARAMILLO, REYSA MISHHELL <b>Puntaje</b>				
<b>Profesión</b>	INGENIERA CIVIL			
<b>Registro CIP N°</b>	206860			
<b>Email</b>	REYSAMISHELL.18@GMAIL.COM			
<b>Teléfono</b>	949167071			

  
 REYSA  
 DE LA VEGA JARAMILLO  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 206860

# ANEXO 03:

INSTRUMENTO					
Proyecto: "Aplicación de Macro Fibra de Vidrio para mejorar la Resistencia a la Flexión en Pavimento Rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020"					
Autor: Flores Viera, Luis Alberto					
<b>I INFORMACION GENERAL</b>					
Ubicación:		Av. Santa Cruz – Sullana			
Distrito:		Sullana	Altitud:	60msnm	
Provincia:		Sullana	Latitud:	-4.90389	
Departamento:		Piura	Longitud:	-80.68528	
Evaluación					
<b>MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>					
<b>II DOSIFICACION DE LA MACROFIBRA DE VIDRIO</b>					
4kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio		5kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio		6kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	0.95
<b>III PROPIEDADES MECANICAS DE LA MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>					
Resistencia a la flexión		Resistencia a la compresión		Resistencia a la deformación	0.85
<b>RESISTENCIA A LA FLEXION</b>					
<b>IV ENSAYO DE MODULO DE ROTURA</b>					
Módulo de rotura				1.00	
<b>V CURVA ESFUERZO – DEFORMACION</b>					
Deformación unitaria		Carga (kgf)		Esfuerzo (kgf /cm2)	1.00
<b>Apellidos y Nombres</b> SANTOS PAUCAR RAFAEL ANGEL					
<b>Profesión</b> INGENIERO CIVIL					
<b>Registro CIP N°</b> 240970					
<b>Email</b> RAFAEL.SANTOS@PUCP.PE					
<b>Teléfono</b> 957334365					
				Puntaje	
				0.95	

RAFAEL ANGEL  
SANTOS PAUCAR  
Ingeniero Civil  
CIP N° 240970

**ANEXO 03:**

INSTRUMENTO				
Proyecto: "Aplicación de Macro Fibra de Vidrio para mejorar la Resistencia a la Flexión en Pavimento Rígido de la Av. Santa Cruz – Sullana, 2020"				
Autor: Flores Viera, Luis Alberto				
<b>I INFORMACION GENERAL</b>				
	Ubicación:	Av. Santa Cruz – Sullana		
	Distrito:	Sullana	Altitud:	60msnm
	Provincia:	Sullana	Latitud:	-4.90389
	Departamento:	Piura	Longitud:	-80.68528
<b>MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>				
<b>II DOSIFICACION DE LA MACROFIBRA DE VIDRIO</b>				
	4kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	5kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	6kg/m3 dosificación de macro fibra de vidrio	1.00
<b>III PROPIEDADES MECANICAS DE LA MACRO FIBRA DE VIDRIO</b>				
	Resistencia a la flexión	Resistencia a la compresión	Resistencia a la deformación	0.95
<b>RESISTENCIA A LA FLEXION</b>				
<b>IV ENSAYO DE MODULO DE ROTURA</b>				
	Módulo de rotura			1.00
<b>V CURVA ESFUERZO – DEFORMACION</b>				
	Deformación unitaria	Carga (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm2)	1.00
<b>Apellidos y Nombres</b> CESAR DANIEL ALVARADO CALDERON <b>Puntaje</b>				
<b>Profesión</b> INGENIERO CIVIL				
<b>Registro CIP N°</b> 86594				
<b>Email</b> CDALVARADO@GMAIL.COM				
<b>Teléfono</b> 985575972				
0.987				

  
 CESAR DANIEL ALVARADO CALDERON  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 86594

# ANEXO 4:

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio general
Ficha técnica	0.937	0.95	0.987	0.9958
Índice de validez obtenido 0.958			Alta confiabilidad	

No es confiable →	-1.00	a	0.00
Baja confiabilidad →	0.01	a	0.49
Moderada confiabilidad→	0.50	a	0.75
Fuerte confiabilidad→	0.76	a	0.89
Alta confiabilidad→	0.90	a	1.00

# ANEXO 5:



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

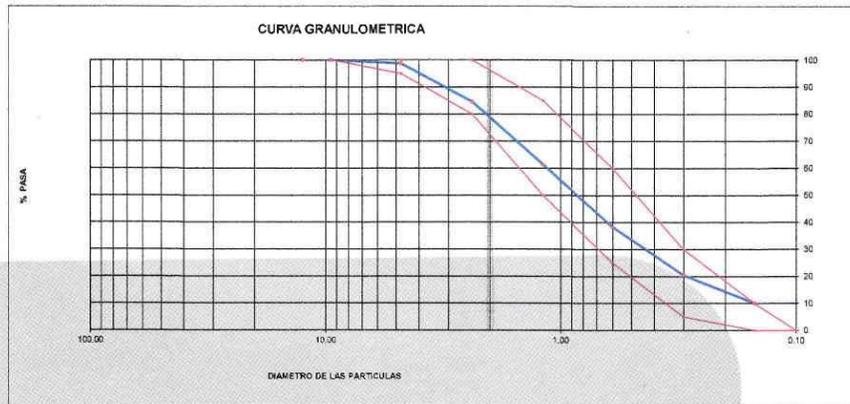
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. SANTA CRUZ - SULLANA, 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA
	Fecha de ensayo: 08/05/2021

**MATERIAL** : Agregado fino **CANTERA**: SOJO (CARR. PAITA SULLANA)  
**PESO INICIAL HUMEDO (g)** 791.2 **% W** = 1.3  
**PESO INICIAL SECO (g)** 780.9 **MF** = 2.98

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.05	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	9.3	1.2	1.2	98.8	95 - 100
Nº8	2.38	110.6	14.2	15.4	84.6	80 - 100
Nº 16	1.19	181.5	23.2	38.6	61.4	50 - 85
Nº 30	0.60	179.5	23.0	61.6	38.4	25 - 60
Nº 50	0.30	139.8	17.9	79.5	20.5	05 - 30
Nº 100	0.15	81.3	10.4	89.9	10.1	0 - 10
FONDO		78.9	10.1	100.0	0.0	0 - 0



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES N° B°	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos Elmer Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21066	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA





(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
 ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. SANTA CRUZ - SULLANA, 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 08/05/2021</span>

**MATERIAL** : AGREGADO FINO **CANTERA** : SOJO (CARR. PAITA SULLANA)

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6617	6593	6595
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4254	4230	4232
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.541	1.533	1.533

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.536
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7205	7228	7215
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4842	4865	4852
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.754	1.763	1.758

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.758
-----------------------------------	------	-------

**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Sucesos Conchazo Astaño Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.T.P. N° 219068	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

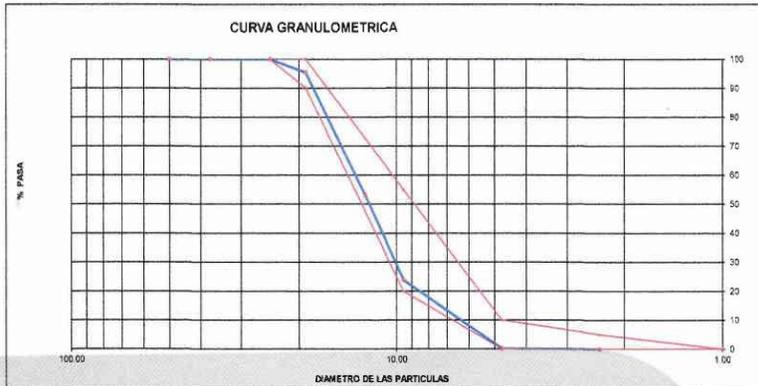
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LTC-AG-002
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO</b>	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA		
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. SANTA CRUZ - SULLANA, 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA	<b>Fecha de ensayo:</b>	08/05/2021

<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO	<b>CANTERA:</b>	SOJO (CARR. PAITA SULLANA)
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	1,788.00	<b>% W =</b>	0.1
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	1,786.90	<b>MF =</b>	6.81

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
				Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	83.0	4.6	4.6	95.4	80 - 100
1/2"	12.50	756.0	42.4	47.0	53.0	
3/8"	9.53	521.0	29.2	76.2	23.8	20 - 55
Nº 4	4.76	421.0	23.6	99.8	0.2	0 - 10
Nº 8	2.38	3.9	0.2	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 	 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o GIB)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. SANTA CRUZ - SULLANA, 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 08/05/2021</span>

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO **CANTERA**: SOJO (CARR. PAITA SULLANA)

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6021	6005	5992
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3658	3642	3629
4	Volumen del Molde	cc	2780	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.325	1.320	1.315

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.320
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6620	6612	6592
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4257	4249	4229
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.542	1.539	1.532

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.538
-----------------------------------	------	-------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b>	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM C127

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. SANTA CRUZ - SULLANA, 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 08/05/2021</span>

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO

**CANTERA** : SOJO (CARR. PAITA SULLANA)

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1590.0	1572.0	1581.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2536.0	2508.0	2522.0
3	Peso muestra Seco	C	g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.0	1.0	1.0

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> <small>ENSAJO DE MATERIALES</small> <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> <small>Suelos Concreto Asfalto</small> <b>Erner Moreno Huaman</b> <small>INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21846</small> <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	---

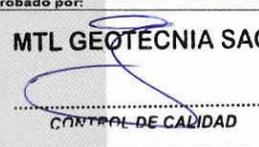
**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA		
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020		
<b>UBICACION</b>	: LIMA	<b>Fecha de ensayo:</b>	29/05/2021

MATERIAL	f'c 175 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA SOJO	2.64	2.86	1.3	1.5	1536.0	1758.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA SOJO	2.65	6.81	0.1	1.0	1320.0	1538.0

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA SOJO**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1. ASENTAMIENTO				4		pulg	
2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"			
3. RELACION AGUA CEMENTO				0.676			
4. AGUA				230			
5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0			
6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.33			
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>							
<b>FACTOR CEMENTO</b>		340.000		Kg/m <sup>3</sup>	8.0	Bta/m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del cemento		0.1090		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Agua		0.2300		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Aire		0.0200		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.359	
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>							
Volumen absoluto del Agregado fino		0.3080		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.641	
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3330		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO				340	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				230	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				813	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				882	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2266	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>							
AGREGADO FINO HUMEDO				823.7	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				883.3	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
AGREGADO FINO				0.20	Lts/m <sup>3</sup>	1.8	
AGREGADO GRUESO				0.90	Lts/m <sup>3</sup>	7.9	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						9.8	
						239.6 Lts/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO				340	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				240	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				824	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				883	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2287	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (60 lt.)</b>							
CEMENTO				17.00	Kg		
AGUA				11.98	Lts		
AGREGADO FINO				41.18	Kg		
AGREGADO GRUESO				44.17	Kg		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.42					A.F	2.37
A.G	2.58					A.G	2.95
H2o	29.9					H2o	29.9

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suolos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	---

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA		
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020		
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA	<b>Fecha de ensayo:</b>	29/05/2021

f <sub>c</sub> 175 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA SOJO	2.64	2.86	1.3	1.5	1536.0	1758.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA SOJO	2.65	6.81	0.1	1.0	1320.0	1538.0
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA SOJO</b>						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1-	ASENTAMIENTO			4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.676		
4	AGUA			230		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			340.000	Kg/m <sup>3</sup>	8.0	Bts/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1090	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2300	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.359
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3080	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.641
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3330	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				340	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				230	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				813	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				882	Kg/m <sup>3</sup>	
MACRO FIBRA (5 kg/m <sup>3</sup> )				5,000	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
				2271	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				823.7	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				883.3	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>F) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				0.20	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				0.90	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				239.6	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				340	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				240	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				824	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				883	Kg/m <sup>3</sup>	
MACRO FIBRA (5 kg/m <sup>3</sup> )				5,000	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>H) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (50 IL.)</b>				2292	Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO				17.00	Kg	
AGUA				11.98	Lts	
AGREGADO FINO				41.18	Kg	
AGREGADO GRUESO				44.17	Kg	
MACRO FIBRA (5 kg/m <sup>3</sup> )				250.0	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.42					
A.G	2.80					
H2o	29.9					
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>						
C	1.0					
A.F	2.37					
A.G	2.95					
H2o	29.9					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	---

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio	<b>Fecha de ensayo:</b>	29/05/2021
<b>SOLICITANTE</b>	LUIS ALBERTO FLORES VIERA		
<b>TESIS</b>	APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020		
<b>UBICACION</b>	LIMA		

MATERIAL	f'c 175 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA SOJO	2.64	2.86	1.3	1.5	1536.0	1758.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA SOJO	2.65	6.81	0.1	1.0	1320.0	1538.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA SOJO						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.678		
4	AGUA			230		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			340.000		Kg/m <sup>3</sup>	8.0
Volumen absoluto del cemento						m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agua						m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Aire						m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3080		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3330		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						0.641
<b>CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						1.000
<b>C) CEMENTO</b>				340		Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGUA</b>				230		L/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>				813		Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO</b>				882		Kg/m <sup>3</sup>
<b>MACRO FIBRA (6 kg/m<sup>3</sup>)</b>				6.000		Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2272		Kg/m <sup>3</sup>
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
<b>AGREGADO FINO HUMEDO</b>				823.7		Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO HUMEDO</b>				883.3		Kg/m <sup>3</sup>
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
<b>AGREGADO FINO</b>				0.20		Lts/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO</b>				0.90		Lts/m <sup>3</sup>
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						239.6
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
<b>CEMENTO</b>				340		Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGUA</b>				240		Lts/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>				824		Kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO</b>				883		Kg/m <sup>3</sup>
<b>MACRO FIBRA (6 kg/m<sup>3</sup>)</b>				6.000		Kg/m <sup>3</sup>
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)</b>				2293		Kg/m <sup>3</sup>
<b>CEMENTO</b>				17.00		Kg
<b>AGUA</b>				11.98		Lts
<b>AGREGADO FINO</b>				41.18		Kg
<b>AGREGADO GRUESO</b>				44.17		Kg
<b>MACRO FIBRA (6 kg/m<sup>3</sup>)</b>				300.0		g
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.42			A.F	2.37	
A.G	2.60			A.G	2.95	
H2o	29.9			H2o	29.9	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima - Perú
<b>Fecha de emisión:</b> 26/06/2021	

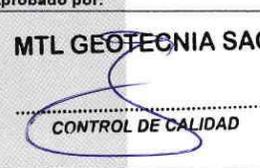
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7	13523.9	78.5	172.2	175.0	98.4
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7	13453.2	78.5	171.3	175.0	97.9
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7	13584.5	78.5	173.0	175.0	98.8
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14	15759.0	78.5	200.6	175.0	114.7
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14	15787.0	78.5	201.0	175.0	114.9
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14	15683.0	78.5	199.7	175.0	114.1
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28	18786.0	78.5	239.2	175.0	136.7
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28	18432.5	78.5	234.7	175.0	134.1
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28	18442.6	78.5	234.8	175.0	134.2

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referenciante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA	
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020	
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima - Perú	Fecha de emisión: 26/06/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	14086.7	78.5	178.4	175.0	101.9
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	13867.3	78.5	176.6	175.0	100.9
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	13988.3	78.5	177.8	175.0	101.6
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	17385.1	78.5	221.4	175.0	126.5
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	17077.1	78.5	217.4	175.0	124.2
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	17182.5	78.5	218.5	175.0	124.9
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	20715.1	78.5	263.8	175.0	150.7
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	20432.3	78.5	260.2	175.0	148.7
4 Kgm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	20684.8	78.5	263.4	175.0	150.5

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refulcante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima - Perú
	Fecha de emisión: 12/06/2021

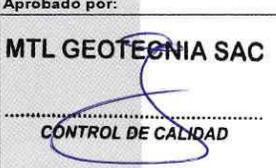
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	14533.9	78.5	185.1	175.0	105.7
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	14824.8	78.5	186.2	175.0	106.4
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	14614.7	78.5	186.1	175.0	106.3
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	16879.7	78.5	240.4	175.0	137.4
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	19095.2	78.5	243.1	175.0	138.9
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	18614.2	78.5	239.5	175.0	136.9
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	21119.1	78.5	268.9	175.0	153.7
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	21462.5	78.5	273.3	175.0	156.2
5 Kglm <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	21290.8	78.5	271.1	175.0	154.9

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas alipicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: LUIS ALBERTO FLORES VIERA
<b>TESIS</b>	: APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima - Perú
<b>Fecha de emisión:</b> 26/05/2021	

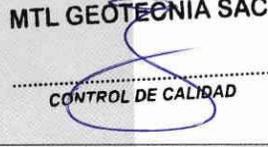
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	13483.5	78.5	171.7	175.0	98.1
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	13796.6	78.5	175.7	175.0	100.4
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7	13513.8	78.5	172.1	175.0	98.3
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	17019.4	78.5	218.7	175.0	123.8
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	17085.9	78.5	217.3	175.0	124.2
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14	16917.4	78.5	215.4	175.0	123.1
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	20200.0	78.5	257.2	175.0	147.0
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	20056.6	78.5	255.4	175.0	145.9
6 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28	19977.8	78.5	254.4	175.0	145.4

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020

SOLICITANTE : LUIS ALBERTO FLORES VIERA

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE LAB. : LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 26/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasyayo

REVISADO POR : D. Cooto

FECHA DE ENSAYO : 26/06/2021

TURNO : Diurno

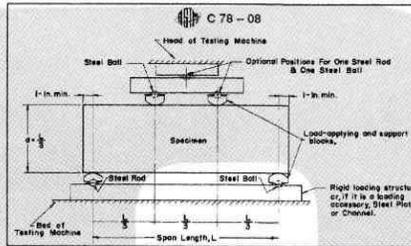
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

F'c de diseño : 175 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	27 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	28 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	27 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

<p><b>Elaborado por:</b></p>  	<p><b>Revisado por:</b></p> <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos, Concreto, Asfalto</p> <p><i>E. Moreno Huaman</i> E. Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P.N. 210606</p>	<p><b>Aprobado por:</b></p> <p>MTL GEOTECNIA SAC</p> <p><i>[Signature]</i> CONTROL DE CALIDAD</p>
--	---	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020

SOLICITANTE : LUIS ALBERTO FLORES VIERA

REALIZADO POR : P. Tasayco

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : D. Coato

UBICACIÓN DE LAB. : LIMA

FECHA DE ENSAYO : 26/06/2021

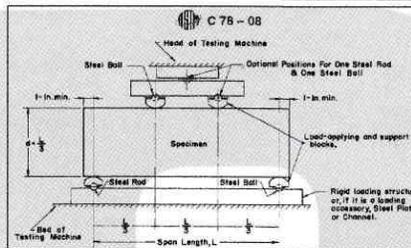
FECHA DE EMISIÓN : 26/06/2021

TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
Fc de diseño : 175 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
4 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC ENSAYO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Emref MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL C.T. N° 21090	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020

SOLICITANTE : LUIS ALBERTO FLORES VIERA

CÓDIGO DE PROYECTO : --

UBICACIÓN DE LAB : LIMA

FECHA DE EMISIÓN : 26/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasyco

REVISADO POR : D. Cooto

FECHA DE ENSAYO : 26/06/2021

TURNO : Diurno

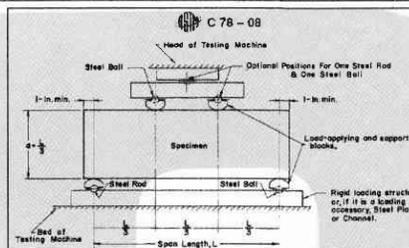
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes prismáticos

Fc de diseño : 175 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45.0	32 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
5 Kg/m <sup>3</sup> DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	26/06/2021	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	  Elmer Alejandro Huamani INGENIERO CIVIL C.P. N. 21906	  <b>CONTROL DE CALIDAD</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : APLICACIÓN DE MACRO FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV SANTA CRUZ - SULLANA, 2020

SOLICITANTE : LUIS ALBERTO FLORES VIERA

REALIZADO POR : P. Tasyco

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

REVISADO POR : D. Cooto

UBICACIÓN DE LAB. : LIMA

FECHA DE ENSAYO : 28/06/2021

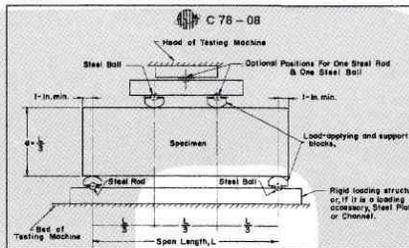
FECHA DE EMISIÓN : 28/06/2021

TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F'c de diseño : 175 kg/cm2

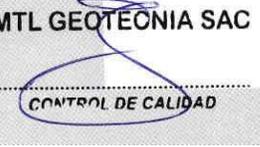
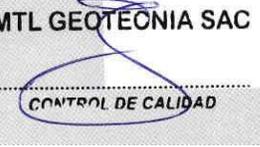
**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45,0	30 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45,0	30 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	5/06/2021	7 días	2	45,0	30 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45,0	33 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45,0	33 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	12/06/2021	14 días	2	45,0	32 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	28/06/2021	28 días	2	45,0	39 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	28/06/2021	28 días	2	45,0	39 kg/cm2
6 Kg/m3 DE MACRO FIBRA DE VIDRIO	29/05/2021	28/06/2021	28 días	2	45,0	39 kg/cm2



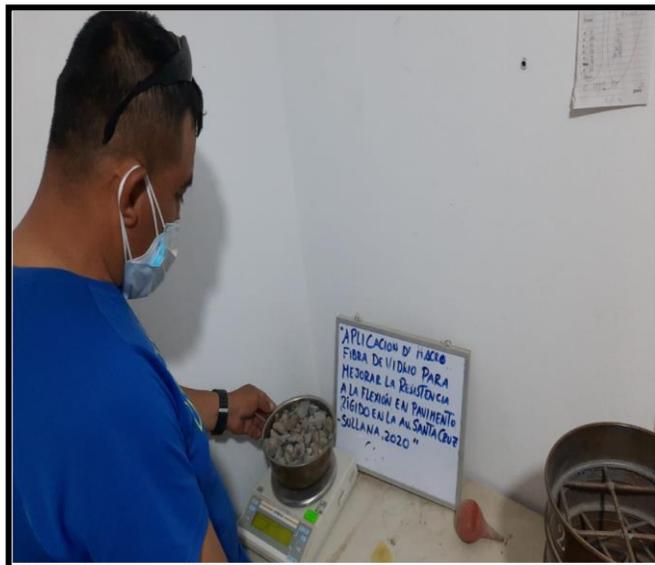
**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL	  <b>CONTROL DE CALIDAD</b>

# ANEXO 6:

## GRANUMEMETRIA DE LOS MATERIALES



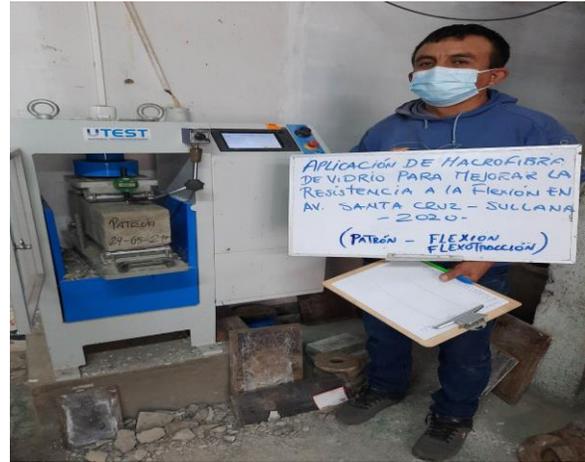
## ROTURA A LOS 14 DIAS





## ROTURA A LOS 28 DÍAS





## ZONA DE ESTUDIO

