

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**UTILIZACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN  
PAVIMENTOS RÍGIDOS DE VÍAS URBANAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. GUERRA ROMANI JOEL BRUNO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**



## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

Dr. Rubén D. Tapia Silguera  
Decano

---

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil  
Jurado revisor

---

Ing. Edmundo Muñico Casas  
Jurado revisor

---

Ing. Dayana Mary Montalvan Salcedo  
Jurado revisor

---

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales  
Secretario

### **Dedicatoria**

A mis Familiares y Amistades por todo el apoyo que me han brindado para llegar a cumplir mis sueños.

Bach. GUERRA ROMANÍ, Joel Bruno

### **Agradecimiento**

A todos los docentes y profesionales que ayudaron en la realización de la presente investigación, mi agradecimiento eterno con ellos.

Bach. GUERRA ROMANÍ, Joel Bruno

## CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>15</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
1.1. Problema	20
1.1.1. Problema general	20
1.1.2. Problemas específicos	20
1.2. Objetivos	20
1.2.1. Objetivo general	20
1.2.2. Objetivos específicos	20
1.3. Justificación	21
1.3.1. Práctica o social	21
1.3.2. Metodológica	21
1.4. Delimitaciones	22
1.4.1. Espacial	22
1.4.2. Temporal	23
1.4.3. Económica	23
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>24</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
2.1. Antecedentes	24
2.1.1. Antecedentes internacionales	24
2.1.2. Antecedentes nacionales	30
2.2. Marco conceptual	35
2.2.1. FIBRAS EN EL CONCRETO	35
2.2.1.1. TIPOS FIBRAS EN EL CONCRETO	36
2.2.1.2. APLICACIONES DE LAS FIBRAS	38
2.2.1.3. FIBRAS DE POLIPROPILENO	39
	vi

2.2.1.4. VENTAJAS DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO	40
2.2.1.5. PROPIEDADES DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO	40
2.2.2.PAVIMENTO RÍGIDO	41
<b>CAPITULO III</b>	<b>58</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>58</b>
3.1. Tipo de estudio	58
3.2. Nivel de estudio	58
3.3. Diseño del estudio	59
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
3.4.1. Técnicas	59
3.4.2. Instrumentos	83
3.4.3. Procesamiento de la información	84
3.4.4. Técnicas y análisis de datos	84
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>85</b>
<b>DESARROLLO DEL INFORME</b>	<b>85</b>
4.1. Resultados	85
4.1.1 Datos generales de la obra:	85
4.1.1.1. Datos de la ejecución de la obra:	86
4.1.1.2. Descripción del proyecto	88
4.1.1.3. Descripción de las obras	88
4.1.1.4. Metas físicas	90
4.1.1.5. Presupuesto total	92
4.1.1.6. Plazo de ejecución	92
4.1.2. Características geométricas de la vía	93
4.1.3. Estudio de tráfico	95
4.1.4. Estudio de mecánica de suelos	101
4.1.5. Diseño de la estructura de pavimento rígido	102
4.1.6. Optimización del diseño de la estructura de pavimento rígido	108
4.2. Discusión de resultados	122
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>129</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>130</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>131</b>

<b>ANEXOS</b>	<b>136</b>
<b>Anexo 01 – Diseño de mezcla</b>	<b>137</b>
<b>Anexo 02: Especificaciones técnicas de la fibra de polipropileno</b>	<b>146</b>
<b>Anexo 03: Ensayo de resistencia a la compresión</b>	<b>157</b>
<b>Anexo 04: Ensayo de resistencia a la flexotracción</b>	<b>159</b>
<b>Anexo 05: Planos del proyecto</b>	<b>161</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para pavimentos rígidos</i>	47
<i>Tabla 2. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño</i>	48
<i>Tabla 3. Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico</i>	49
<i>Tabla 4. Valores recomendados del nivel de confiabilidad para diseño de pavimento en una sola etapa de 20 años</i>	50
<i>Tabla 5: Resistencia mínima del concreto a la flexo tracción y a la compresión para Pavimentos Rígidos</i>	52
<i>Tabla 6. Valores de coeficiente de transmisión de carga</i>	54
<i>Tabla 7: Dimensiones Máximas de Losa Recomendadas</i>	55
<i>Tabla 8: Diseño de la investigación.</i>	59
<i>Tabla 9: Resumen de aforo vehicular</i>	95
<i>Tabla 10: Corrección del aforo vehicular</i>	96
<i>Tabla 11: Índice Medio Diario Anual (IMDA)</i>	97
<i>Tabla 12: Tasas de crecimiento</i>	98
<i>Tabla 13: Cálculo de ejes equivalentes</i>	99
<i>Tabla 14: Características de los suelos</i>	101
<i>Tabla 15: Valor de soporte de la subrasante</i>	102
<i>Tabla 16: Valor de soporte de la sub base</i>	102
<i>Tabla 17: Características fibra de polipropileno Tesicol</i>	108
<i>Tabla 18: Resultados ensayo a la compresión del concreto</i>	111
<i>Tabla 19: Resultados ensayo a la flexotracción del concreto</i>	112
<i>Tabla 20: Análisis de precios unitarios sin fibra de polipropileno</i>	120
<i>Tabla 21: Análisis de precios unitarios con fibra de polipropileno</i>	120
<i>Tabla 22: Presupuesto con y sin fibra de polipropileno</i>	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Brecha de vías pavimentadas en la ciudad de Jauja.</i>	16
Figura 2: <i>Vaciado de concreto para calzada vehicular.</i>	18
Figura 3: <i>Regleado de la losa.</i>	19
Figura 4: <i>Toma de Muestras del Concreto.</i>	19
Figura 5: Delimitación espacial	22
Figura 6: Microfibras.	37
Figura 7: Macrofibras	37
Figura 8: Correlación CBR y módulo de reacción de la sub rasante.	51
Figura 9: Ensayo de compresión del concreto.	78
Figura 10: <i>Ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas</i>	83
Figura 11: Ubicación – localización de la obra.	86
Figura 12: Diseño de sección vial.	94
Figura 13: Tipificación vehicular.	96
Figura 14: Fibratex - Tescicol.	109
Figura 15: Diseño de mezcla utilizando fibra de polipropileno.	110

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Comparativo de resistencia a la compresión.....</i>	<i>111</i>
<i>Gráfico 2: Comparativo de resistencia a la flexotracción .....</i>	<i>113</i>
<i>Gráfico 3: Comparativo de espesores de losa de concreto hidráulico .....</i>	<i>119</i>
<i>Gráfico 4: Presupuesto con y sin fibra de polipropileno .....</i>	<i>121</i>

## RESUMEN

En el presente informe técnico el problema general fue: ¿Cuál es el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos de vías urbanas? y el objetivo general fue: Evaluar el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos de vías urbanas.

El tipo de estudio fue aplicado y el nivel fue descriptivo, el diseño fue no experimental de corte transeccional o seccional simple, la población fue la ejecución de la obra: "MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA - RICARDO PALMA EN JAUJA METROPOLITANA - PROVINCIA DE JAUJA – JUNÍN" (C.U.I. N° 2210571), la muestra fue del tipo no probabilístico o dirigido y viene a estar conformada por la calzada vehicular del pavimento rígido.

La conclusión principal es que, al evaluar el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en el concreto de pavimentos rígidos para vías urbanas, se concluye que genera un incremento de los valores de las propiedades mecánicas del concreto (resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción y módulo de elasticidad), permitiendo generar espesores menores de la losa de concreto que cumplan las solicitaciones de carga vehicular y valor de soporte de la subrasante, reduciéndose la cantidad de Cemento Portland Tipo I, así como, generándose ahorro en los costos de inversión.

Palabras claves: **Fibras de polipropileno, pavimento rígido, vías urbanas.**

## ABSTRACT

In this technical report the general problem was: What is the result of the use of polypropylene fibers in rigid pavements of urban roads? and the general objective was: To evaluate the result of the use of polypropylene fibers in rigid pavements of urban roads.

The type of study was applied and the level was descriptive, the design was non-experimental with a transectional or simple sectional cut, the population was the execution of the work: "IMPROVEMENT OF VA. HATUN XAUXA - RICARDO PALMA IN JAUJA METROPOLITANA - PROVINCE OF JAUJA - JUNÍN "(C.U.I. N° 2210571), the sample was of the non-probabilistic or directed type and is made up of the vehicular road of the rigid pavement.

The main conclusion is that, when evaluating the result of the use of polypropylene fibers in the concrete of rigid pavements for urban roads, it is concluded that it generates an increase in the values of the mechanical properties of concrete (compressive strength, resistance to flexotraction and modulus of elasticity), allowing to generate smaller thicknesses of the concrete slab that meet the vehicular load requirements and support value of the subgrade, reducing the amount of Portland Cement Type I, as well as, generating savings in the costs of investment.

**Keywords: Polypropylene fibers, rigid pavement, urban roads.**

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Utilización de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos de vías urbanas”; nace de la problemática que se tiene en relación a la disminución de la cantidad de Cemento Portland Tipo I, para la preparación de concreto hidráulico para pavimentos rígidos en vías urbanas de la ciudad de Jauja, en específico para la Av. Hatun Xauxa.

En base a lo mencionado se realizaron ensayos de laboratorio a fin de determinar si la utilización de fibras de polipropileno en el concreto, puede generar la calidad mínima solicitada para losas de concreto hidráulico, considerándose una menor cantidad de Cemento Portland Tipo I.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

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

El Capítulo II: Marco teórico, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, así como también, el marco conceptual.

El Capítulo III: Metodología, consigna el tipo de estudio, nivel de estudio, diseño del estudio, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Desarrollo del informe, se realiza el desarrollo del informe técnico en base a los problemas y objetivos planteados, así como, se realiza la discusión de resultados obtenidos durante la elaboración del estudio. Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las obras viales son muy importantes para el desarrollo de las naciones, en ese sentido, año tras año se destinan recursos económicos para la generación y construcción de este tipo de proyectos, sin embargo, existen diferentes tipos de escenarios donde se ejecutarán las carreteras o vías urbanas, para las cuales, cada diseño debe de considerar las particularidades en cada situación, como indica (Hernández, Mejía, Celaya, 2016, p. 1): “Cuando se presentan problemas dentro del proceso de ejecución, debe de darse la solución correspondiente, a fin de cumplir con los objetivos trazados para el proyecto vial.”

El Perú no es ajeno a esta situación por lo que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de su Manual de Carreteras, Sección Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, contempla el Capítulo IX, en el cual indica diversas metodologías para la estabilización de subrasantes.

En la ciudad de Jauja, a fecha actual, se tienen aún muchas vías sin pavimentar, tal como se puede visualizar en la figura siguiente, las cuales requieren de este tipo de proyectos a fin de lograr el desarrollo de cada uno de los distritos, ya que, se requiere de ciudades con sistemas viales adecuadamente integrados que generen anillos viales generadores de comercio, así como los proyectos de pavimentación, mejoran la calidad de vida de los beneficiarios incluso elevando el valor de sus predios.

En ese sentido, podemos apreciar que actualmente, en la ciudad de Jauja, existe una gran brecha de infraestructura, en lo referente al servicio de movilidad urbana, es decir servicio de pistas y veredas, tal como lo manifiesta el aplicativo del Ministerio de Economía y Finanzas, a continuación:

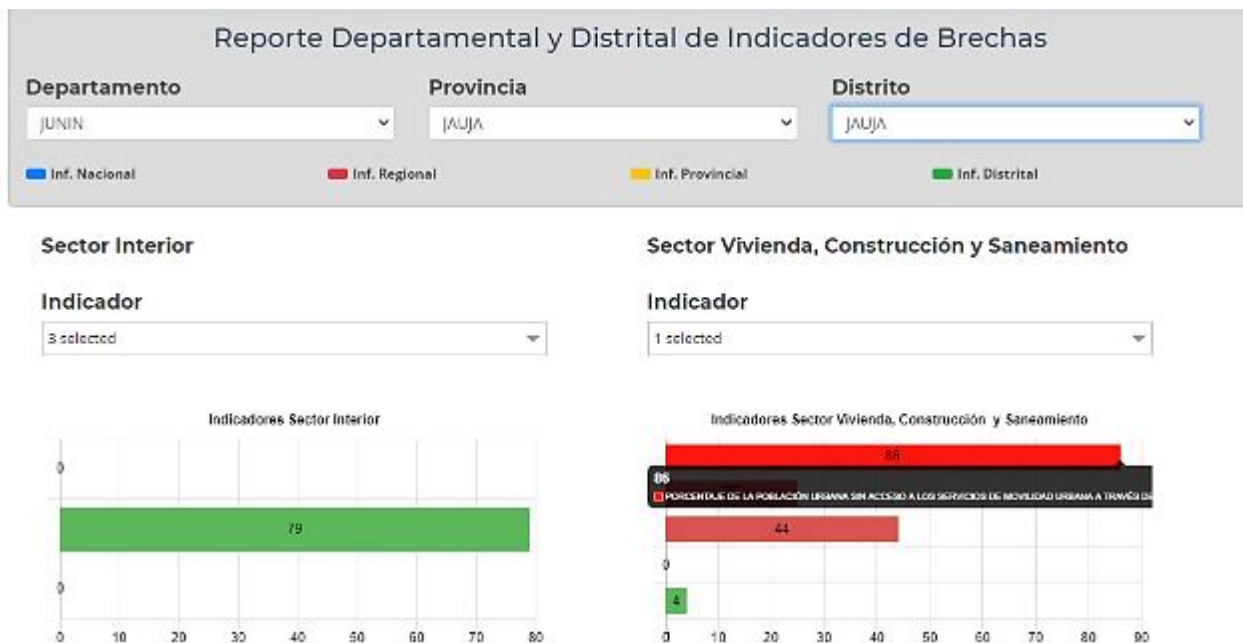


Figura 1: Brecha de vías pavimentadas en la ciudad de Jauja.

Fuente: <https://ofi5.mef.gob.pe/brechas/>

En la figura anterior, se puede apreciar que aún existe una brecha del 86% de la población que no accede al servicio de movilidad urbana, lo que significa que aún se tienen muchas vías por pavimentar en la ciudad de Jauja.

Es por ese motivo, que se vienen ejecutando proyectos de pavimentaciones en vías urbanas, teniéndose como la metodología que viene predominando en los últimos años, a los pavimentos rígidos, ya que según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante el Manual de Carreteras, Sección Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), los pavimentos de concreto con juntas son los que mejor se adaptan a la realidad nacional debido al buen desempeño y a los periodos de diseño que normalmente se emplean, asimismo, su utilización permite ventajas como evitar las interrupciones del tráfico al requerir menores trabajos de reparación y/o mantenimiento, tiene aproximadamente de 20% a 30% mayor iluminancia que los pavimentos flexibles con asfalto, genera menor calor, es más resistente que el asfalto al ataque de hidrocarburos, es más resistente al fuego, es más amigable en lo referente al tema



ambiental, deja una menor huella de carbono, el consumo de combustible de los vehículos al transitar es menor, en un 4% aproximadamente, según indica el MIT, genera una mejora adherencia bajo la lluvia (hidroplaneo), así como permite una mejor contacto entre los neumáticos y la superficie del pavimento, por lo que es viable la proyección de pavimentos rígidos para realizar los mejoramientos de las vías urbanas de la ciudad de Jauja.

Por otro lado, existe aditivos que se agregan al concreto para poder generar beneficios, en ese sentido tenemos a los aditivos mecánicos como las fibras, tal como manifiestan Shah, Weiss e Yang (1998):

“Las fibras que se adicionan al concreto normalmente en bajos volúmenes (frecuentemente menos del 1%) han mostrado eficiencia en el control de la fisuración por contracción. Las fibras no alteran considerablemente la contracción libre de concreto y, si son empleadas en cantidades adecuadas, pueden aumentar la resistencia al agrietamiento y disminuir la abertura de las fisuras”.

Por lo que, a fin de mejorar la performance de los pavimentos rígidos, la utilización de fibras resultará beneficioso, conociéndose que, el material predominante utilizado para la construcción de obras civiles, es el cemento, en julio del presente año, el consumo interno de cemento aumentó en 11,44% en comparación con similar mes del año pasado y registró la segunda tasa más alta en lo que va del año; así lo dio a conocer el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el informe técnico Avance Coyuntural de la Actividad Económica, esto conlleva también a un notable incremento de la contaminación del medio ambiente debido a que en el proceso de fabricación del cemento se liberan gases tóxicos, por lo que estos últimos años el campo de la ingeniería ha puesto una énfasis en reducir el uso de cemento al aumentarse la resistencia al concreto, mediante la utilización de fibras, lo cual reduce el uso de la cantidad del

cemento y de este también reducir el espesor de las losa de concreto a fin de reducir costos en material, mano de obra y tiempo.

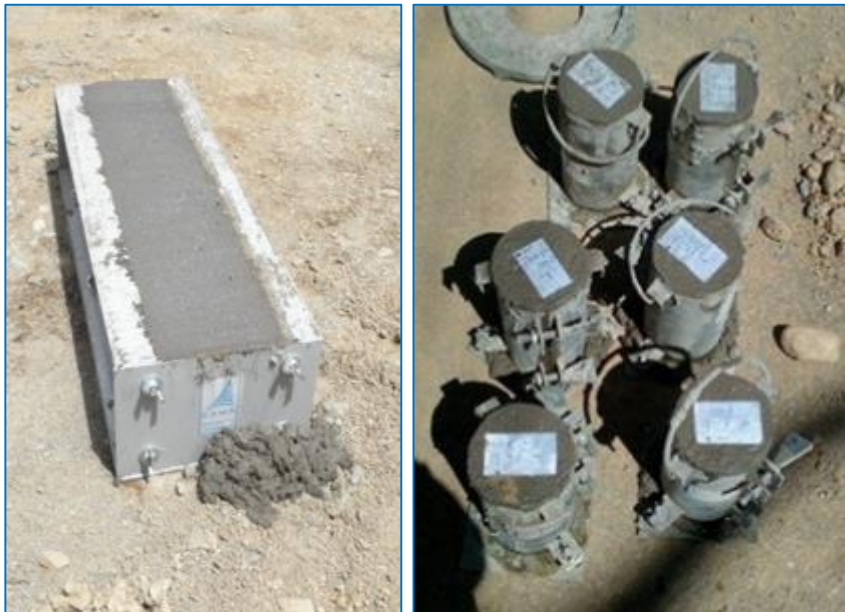
Es por eso que la presente investigación pretende, dotar a la comunidad ingenieril local, de una nueva metodología para la preparación del concreto para pavimentos rígidos, empleando la fibra de polipropileno, generando un concreto hidráulico con la calidad requerida para su adecuado comportamiento como pavimento rígido, en vías urbanas, tomándose el caso de la ejecución de la obra: "MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA - RICARDO PALMA EN JAUJA METROPOLITANA - PROVINCIA DE JAUJA – JUNÍN" (C.U.I. N° 2210571), en la cual mi persona, realizó labores de asistente de residencia de obra, con las funciones de Apoyo al residente en el control de la programación y avance de la obra en ejecución, efectuar pruebas de control de calidad de materiales, Chequeo y verificación de los trabajos, de conformidad con el proyecto, especificaciones técnicas y reglamentación vigente. Entre las fechas del 01 de Enero del año 2018 hasta el 30 de Setiembre del año 2018.



*Figura 2: Vaciado de concreto para calzada vehicular.*



*Figura 3: Regleado de la losa.*



*Figura 4: Toma de Muestras del Concreto.*

## **1.1. Problema**

### **1.1.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos de vías urbanas?

### **1.1.2. Problemas específicos**

1. ¿Qué resultado produce la utilización de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión?
2. ¿Cuál es el resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en la resistencia a la flexotracción?
3. ¿Qué resultado se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en el módulo elástico del concreto?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos de vías urbanas.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

1. Analizar el resultado que produce la utilización de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión.
2. Determinar el resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en la resistencia a la flexotracción.

3. Determinar el resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en el módulo elástico del concreto.

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Práctica o social**

En cuanto a la justificación práctica o social de la presente investigación, tal como se señala a continuación:

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

En ese sentido, la presente investigación busca aportar una solución al problema de las pavimentaciones de vías urbanas con pavimentos rígidos, obteniéndose obras que tengan la calidad adecuada, en beneficio de la sociedad, reduciéndose la cantidad de Cemento Portland Tipo I, mediante la utilización de fibras de polipropileno.

#### **1.3.2. Metodológica**

La presente investigación propone una metodología para la utilización de fibras de polipropileno, en la preparación de concreto hidráulico para

pavimentos rígidos a ser utilizados en vías urbanas de la ciudad de Jauja, departamento de Junín.

## 1.4. Delimitaciones

### 1.4.1. Espacial

Para el presente estudio, la delimitación espacial fue circunscrita dentro de la ejecución de la obra: “MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA - RICARDO PALMA EN JAUJA METROPOLITANA - PROVINCIA DE JAUJA – JUNÍN” (C.U.I. N° 2210571), considerando a la Av. Hatun Xauxa – Ricardo Palma en el tramo entre la Av. Ferrocarril y la Av. Francisco Pizarro de la provincia de Jauja, departamento de Junín.

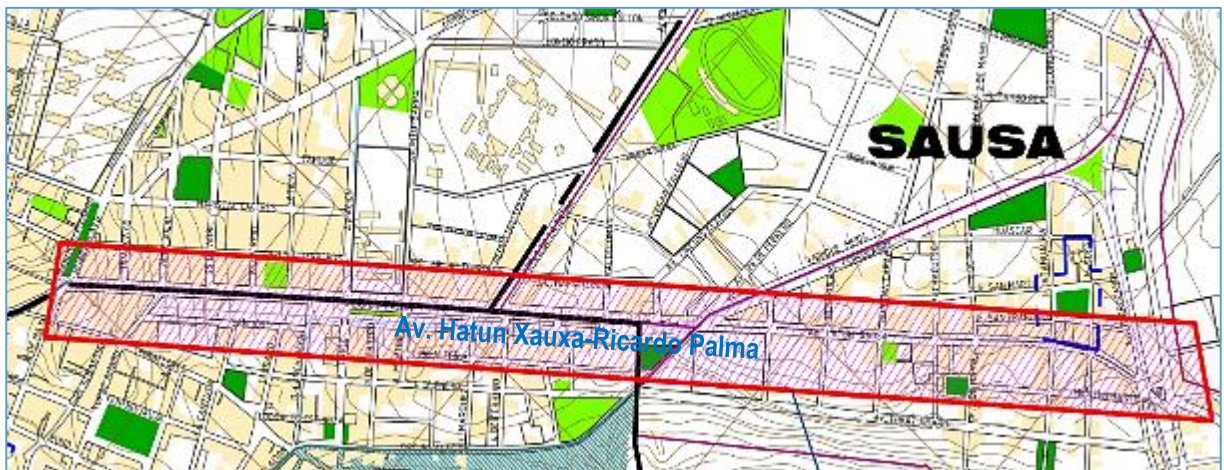


Figura 5: Delimitación espacial  
Fuente: Expediente Técnico del PI N° 2210571.

#### **1.4.2. Temporal**

El presente estudio se desarrolló entre los meses de Enero del 2018 hasta el mes de Setiembre del año 2018.

#### **1.4.3. Económica**

Los costos presentados en este estudio fueron asumidos en su totalidad por el investigador.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**Castro (2016)**, para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato - Ecuador, elabora la tesis titulada: *“Las Fibras De Vidrio, Acero Y Polipropileno En Forma De Hilachas, Aplicadas Como Fibras De Refuerzo En La Elaboración De Morteros De Cemento”*, plantea como problema general: “¿Cuál es el resultado de analizar el comportamiento de los morteros de cemento añadiendo fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, utilizados para unir mampostería?”, planteando como objetivo general: “Analizar el comportamiento de los morteros de cemento añadiendo fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, utilizados para unir mampostería”, asimismo se ha planteado como hipótesis general: “Las fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, aplicadas como fibras de refuerzo influyen en la resistencia a la compresión y adherencia de los morteros de cemento utilizados para unir mampostería.”,



los niveles de investigación fueron exploratorio, descriptivo y de laboratorio. Para la población y muestra al existir dificultad al cuantificar la población de estudio y consecuente la muestra, ésta fue tomada como referencia en lo dispuesto en la normativa ASTM, donde se menciona que el número de muestras a ser consideradas serán tres o más muestras elaboradas para cada período de prueba y en base al argumento, para el presente estudio se tomaron el mínimo número de muestras permitidas. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “Se concluye que la dosificación No.1 con 0,5% de fibra de polipropileno presentó mejores características en los ensayos de resistencia a la compresión real del mortero, resistencia a la compresión de prismas de mampostería y resistencia de adherencia. La incorporación de la fibra de acero al mortero de la dosificación No.1 y No.2 en un porcentaje de 0,5% y 1,0% causó un incremento en la resistencia a la compresión real del mortero, resistencia a la compresión de prismas de mampostería pero disminuyó la resistencia de adherencia, en comparación con las resistencias de los morteros tradicionales y los morteros con fibra de vidrio y polipropileno. La incorporación de la fibra de vidrio al mortero de la dosificación No.1 y No.2 en un porcentaje de 0,5% y 1,0% ocasionó disminución en la resistencia a la compresión real del mortero, resistencia a la compresión de prismas de mampostería y resistencia de adherencia, en comparación con las resistencias de los morteros tradicionales y los morteros con fibra de acero y polipropileno. El mortero de cemento de la dosificación No.1 y 0,5% de fibra de polipropileno que presentó mejores características, alcanza una resistencia

a la compresión real del mortero de 153, 99 kg. /cm<sup>2</sup>, una resistencia a la compresión de prismas de mampostería de 16,52 kg. /cm<sup>2</sup> y una resistencia de adherencia de 11,74 kg. /cm<sup>2</sup>; siendo resistencias mayores en comparación a la resistencia del mortero tradicional, las mismas que llegan a una resistencia a la compresión real del mortero de 153, 04 kg. /cm<sup>2</sup>, una resistencia a la compresión de prismas de mampostería de 16,36 kg. /cm<sup>2</sup> y una resistencia de adherencia de 10,02 kg. /cm<sup>2</sup>. La fibra de polipropileno ha demostrado mantener trabajabilidad al momento de realizar la mezcla de los materiales en comparación con la fibra de vidrio y acero las mismas que presentaron dificultad. Las fibras usadas en la elaboración de las muestras al ser fibras artificiales no quitaron agua de mezclado al mortero, a razón de que presentan una superficie impermeable”.

**Mestanza (2016), para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato - Ecuador, elabora la tesis titulada: “Análisis Comparativo De La Resistencia A Compresión Del Concreto Con Adición De Fibras De Polipropileno Sometido A Ambientes Severos: Altas, Bajas Temperaturas Y Ambientes Salinos”,** plantea como problema general: “¿Cuál es el resultado de analizar la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos durante la etapa de curado: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos?”, planteando como objetivo general: “Analizar la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos durante la etapa de curado: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos”, asimismo se ha planteado

como hipótesis general: “Las fibras de polipropileno en el concreto expuesto a ambientes severos influirán en su resistencia a compresión”, el tipo fue exploratorio y descriptivo. La población fueron probetas cilíndricas de concreto reforzados con fibras. Se elaboraron los especímenes de acuerdo a la norma NTE INEN 1576 “Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo” y la muestra fueron 36 especímenes, nueve especímenes curados en cada ambiente agresivo: ambiente salino, ambiente frío, ambiente con alta temperatura y ambiente en condiciones normales, los mismos que serán ensayados a los 7, 14, 27 días de curado de manera proporcional. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “El concreto curado en baja temperatura 3°C, tiene un aumento en su densidad de 1,64% (de 2264,01 kg/cm<sup>3</sup>), y una disminución de 15 % en su resistencia a la compresión (de 339, 95 kg/cm<sup>3</sup> a 2317,42 kg/cm<sup>3</sup>) a los 28 días. 2 a 289,39 kg/cm<sup>2</sup>. Los especímenes curados en alta temperatura 45°C, aumentan su densidad en un 2,13% (de 2264,01 a 2317,42), y tienen un incremento de 15%, en su resistencia a compresión (de 339, 95 kg/cm<sup>3</sup>) a los 28 días. 2 a 391,06 kg/cm<sup>2</sup>. La presencia de cloruro de sodio provoco que en los cilindros curados con agua de mar la densidad aumente en un 2,36% (de 2264,01 a 2317,42), y que su resistencia a la compresión disminuya en un 27%, (de 339, 95 kg/cm<sup>3</sup> a 249,17 kg/cm<sup>2</sup>) a los 28 días. Se concluye que el mejor ambiente de curado para incrementar la resistencia a la compresión es el de alta temperatura 45°C, pero tienen una falla explosiva. A pesar de la disminución de resistencia con el curado a baja temperatura y salino, se supera la

resistencia de diseño  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ . Al agregar fibra de polipropileno en un 0,2% del volumen de concreto, se obtiene una mezcla con consistencia blanda en vista de que su asentamiento es de 6 centímetros, que está en el rango de diseño (6-9 cm). Con la adición de fibras dificulta la trabajabilidad y la compactación de la mezcla”.

**Vega (2019), para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Militar Nueva Granada - Bogotá, elabora la tesis titulada: “Aporte De Las Fibras Sintéticas Y Metálicas En El Módulo De Rotura Del Concreto”,** plantea como problema general: “¿Cuál es el resultado de la evaluación del aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto mediante revisión bibliográfica en diferentes investigaciones realizadas a nivel nacional?”, planteando como objetivo general: “Evaluar el aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto mediante revisión bibliográfica en diferentes investigaciones realizadas a nivel nacional”, metodológicamente realizó una revisión de investigaciones publicadas en revistas indexadas nacionales que contengan resultados y análisis de laboratorio, en cuanto al aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto y establecer cuadros comparativos entre concretos sin adición de fibras Vs concretos con adición de fibras. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “De acuerdo a los resultados de módulo de rotura, se puede inferir que las fibras tienen un significativo aporte ante esfuerzos de tensión, debido a que éstas le restan fragilidad al concreto mediante el efecto costura que ellas proporcionan en el momento de aparecer

fisuramiento, pues brindan la posibilidad de seguir trabajando adecuadamente. No todo es favorable en el momento de pensar incluir fibras a un concreto, ya que estas tienen la particularidad de aumentar el contenido de aire y disminuir el asentamiento del concreto, lo cual se debe al agarre que las fibras generan en la mezcla, y también a que las fibras poseen altos grados de elongamiento si se trata de fibras sintéticas, para ello es necesario recurrir a la implementación de aditivos que ayuden a mitigar dichas afectaciones como es el caso de los plastificantes o controladores de agua. Las fibras permiten aumentar la resistencia del hormigón ante las diferentes aplicaciones de carga y hacen que éste se comporte con mayor ductilidad y tenacidad, igualmente la forma como estén distribuidas las fibras en la mezcla repercute altamente en obtener tan buenos resultados, de tal forma que si la fibra está posicionada paralelamente al plan de rotura, la fibra no aporta efecto alguno como si lo hace si esta de manera perpendicular. Las investigaciones consultadas coinciden en que el módulo de elasticidad se ve reducido paulatinamente con el incremento de fibras en la mezcla, generado por el desplazamiento del agregado fino al aumentarse la cantidad de fibras. Finalmente, aunque se han realizado diversas investigaciones en laboratorio, es necesario realizar pruebas de campo que permitan determinar el comportamiento real de los concretos modificados con fibras ante la acción repetitiva de las cargas de los vehículos, para el caso de los pavimentos rígidos, con miras a diseñar y construir estructuras más eficientes, económicas y durables”.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

**Carhuapoma (2018), para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, elabora la tesis titulada: “Efecto De Las Fibras De Polipropileno Para Concretos De Resistencias A La Compresión De 210 Kg/Cm2 Y 280 Kg/Cm2, Elaborados Con Agregados De La Cantera De Cochamarca – Pasco”,** plantea como problema general: “¿Qué efecto tendrán las fibras de polipropileno en las propiedades mecánicas de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregados de la cantera de Cochamarca?”, planteando como objetivo general: “Determinar el efecto que tienen de las fibras de polipropileno al adicionar en el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregados de la cantera de Cochamarca.”, asimismo se ha planteado como hipótesis general: “Las fibras de polipropileno tienen efecto sobre el concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, aumentando la resistencia a la compresión, elaborado con agregados provenientes del Centro Poblado de Cochamarca”, el nivel de la investigación fue experimental, el tipo cuantitativo, el diseño de post-prueba únicamente y grupos intactos. La población considerada es el concreto de resistencias a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, elaborados con agregados de la Cantera de Cochamarca. y la muestra fueron 2 diseños de mezclas con 4 diferentes adiciones de Fibras de Polipropileno. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “El agregado utilizado en esta investigación es proveniente de la Cantera de Cochamarca. El módulo de finura de la arena es de 3.87 y su granulometría

no está comprendida entre los límites especificados en la NTP 400.012, lo que nos indica que el agregado no es adecuado para ser utilizado en mezclas para concreto. El Canto rodado tiene como TNM 1", y su granulometría está comprendida entre los límites especificados en la NTP 400.012, lo que nos indica que el agregado es adecuado para ser utilizado en mezclas para concreto. Para a la combinación y la dosificación adecuada de cada agregado se trabajó según la Norma DIN para TM de agregado grueso 1 ½", trabajando con una relación para el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  de Arena/Piedra (63/37) y para concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  de Arena/Piedra (58/42). La adición de las fibras de polipropileno al diseño de concreto de resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , dan un incremento significativo en dicha propiedad mecánica, a la vez eleva el Módulo de Elasticidad, Modulo de Corte y la Resistencia del Concreto a Tracción por Flexión, que están proporcionalmente ligadas, a la resistencia a la compresión. Para diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , al adicionar 9 kg de fibra por metro cúbico, se tiene mejores resultados, que con de 2, 5 kg y la micro fibra".

**Carbajal y Portocarrero (2020), para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, elaboraron la tesis titulada: “*Estudio Comparativo De La Fisuración Del Concreto Por Retracción Plástica Con Aditivos Incorporadores De Aire vs. Fibras De Polipropileno*”, plantean como problema general: “¿Cuál es el comportamiento del concreto con resistencia  $f'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$  frente a la fisuración por retracción plástica cuando se le incorpora dos tipos de**

aditivos a diferentes temperaturas acorde al clima de la ciudad de Arequipa?”, planteando como objetivo general: “Evaluar y comparar el comportamiento del concreto con resistencia  $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  frente a la fisuración por retracción plástica cuando se le incorpora dos tipos de aditivos a diferentes temperaturas acorde al clima de la ciudad de Arequipa”, asimismo se ha planteado como hipótesis general: “La fisuración por contracción plástica del concreto será menor cuando se utilice aditivo incorporador de aire frente a las microfibras de polipropileno.”, metodológicamente la investigación planteó un tipo aplicado y el diseño fue experimental. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “1. Se concluye que las fibras de polipropileno ayudan a reducir el fisuramiento por retracción plástica en el concreto, los resultados obtenidos durante ensayos a la intemperie tanto diurnos como nocturnos muestran una reducción de hasta 90% utilizando una dosificación de 400 gr/m<sup>3</sup>. 2. Para evitar la aparición de fisuramiento durante la retracción plástica del concreto se obtuvo el mejor resultado con la adición de fibras de polipropileno PER-FIBER MIX de Aditivos Especiales con la dosificación F400 (400 gr/m<sup>3</sup> de concreto) dando como resultado una anchura de fisura de hasta 0 mm en los ensayos diurnos y nocturnos. 3. El uso de incorporador de aire en la mezcla de concreto dio resultados favorables en la reducción del ancho de fisura, pero el porcentaje de reducción fue menor a comparación del uso de fibras de polipropileno donde se obtuvo un 90% en reducción versus un 75% como valor máximo obtenido con el aditivo incorporador de aire. 4. El porcentaje máximo de



reducción de ancho de fisura con el uso de aditivo de incorporador de aire fue de un 75% con una proporción de 0.10% de aire incorporado durante los ensayos nocturnos. 5. La resistencia a la compresión del concreto con el uso de fibras de polipropileno aumentó con respecto a la resistencia esperada de 28 Mpa, el uso de la dosificación de 400 gr/m<sup>3</sup> incrementa el valor de compresión de concreto hasta en un 20% a los 28 días. 6. Considerando que se tiene una mejora de la disminución de fisuras de hasta un 90% con la dosificación de 400 gr/m<sup>3</sup> se justifica el uso de las microfibras en el concreto de losas aun así se aumente el costo en un 7.0% sobre el costo de diseño base”.

**Cornelio y Cunia (2019), para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo, elaboraron la tesis titulada: “Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos”, plantean como problema general: “¿De qué manera la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye dentro del comportamiento mecánico del concreto?”, planteando como objetivo general: “Determinar la manera en que la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye dentro del comportamiento mecánico del concreto”, asimismo se ha planteado como hipótesis general: “Si se incorpora fibra de acero Winrand FF3 en la mezcla, entonces se mejorarán las propiedades mecánicas del concreto.”, metodológicamente la investigación planteó un tipo aplicado y el diseño fue experimental. La población fue constituida por el análisis del aditamento de fibra de acero Wirand FF3 en sus 3 diferentes dosificaciones al concreto, conformada por**

las conductas mecánicas los cuales son el estado plástico, estado fresco y estado endurecido y la muestra fueron 54 probetas cilíndricas y 6 secciones de vigas prismáticas, mismas fabricadas para determinar las tipologías mecánicas del concreto endurecido con fibras Wirand FF3 en sus 3 diferentes dosificaciones. Se llegaron a las siguientes conclusiones: “Se concluyó que la incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 en el concreto, produce que su consistencia aumente, esto significa que la trabajabilidad disminuye. El asentamiento del Slump redujo en promedio un 50% con respecto a su diseño patrón. Segundo: Se perfeccionó que el alistamiento de la fibra de acero Wirand FF3 con respecto a la resistencia por compresión tuvo un incremento de 35.07% respecto al patrón. Por lo tanto, la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye de manera positiva incrementando su resistencia a la compresión de manera significativa. Tercera: Se consumó que la adición de la fibra de acero Wirand FF3 con respecto a la resistencia por tracción tuvo un incremento de 36.15% respecto al patrón. Por lo tanto, la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye de manera positiva incrementando su resistencia a la tracción de manera significativa. Cuarta: Se afinó que la afiliación de la fibra de acero Wirand FF3 con respecto a la resistencia por flexión tuvo un incremento de 22.73% respecto al patrón. Por lo tanto, la incorporación de fibra de acero Wirand FF3 influye de manera positiva incrementando su resistencia módulo de rotura a flexión. Quinto: Se concluyó que las condiciones mecánicas que se lograron en los ensayos ejecutados llegan a influir de manera positiva, con ello queda justificado que la incorporación

de la fibra de acero Wirand FF3 mejora las propiedades mecánicas del concreto”.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. FIBRAS EN EL CONCRETO**

Las fibras en el concreto producen beneficios en su performance, tal como señala Antillón (2016, p.28), indica que:

“En los últimos años, el uso de fibras como refuerzo del concreto ha tenido un auge importante en los diseños y la producción de la mezcla. Sin embargo, no se trata de una técnica nueva en el mundo de la construcción; de hecho se remonta muchos años antes de la aparición del cemento Pórtland y del concreto, cuando se utilizaban materiales como pasto, hilo, vara, e inclusive, pelo animal, los cuales eran considerados agregados al adobe con el fin de evitar la fisuración y mejorar la resistencia a tensión. No obstante, los avances en la tecnología para la Industria de la construcción han permitido desarrollar fibras de diversos materiales, las cuales son especialmente resistentes a los álcalis, tales como: polipropileno, polietilenos, acero, carbono, entre otros. El rol principal de las fibras está ligado a:

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

Según la norma ASTM C 1116 define “a las fibras como filamentos finos y elongados en forma de haz, malla o trenza, de algún material natural o manufacturado que pueda ser distribuido a través de una mezcla de hormigón fresco”.

Según Montalvo (2015), menciona que “las fibras son filamentos discontinuos, producidos con una variada gama de formas, dimensiones y destinados específicamente para uso en concreto y argamasas. Tiene como finalidad principal inhibir el surgimiento de fisuras, así como su propagación en elementos estructurales como pisos y pavimentos, concreto proyectado, revestimiento de túneles y piezas pre-fabricadas.”

#### **2.2.1.1. TIPOS FIBRAS EN EL CONCRETO**

Actualmente podemos encontrar muchos tipos de fibras en el concreto, sin embargo podemos resumirlas en las siguientes, tal como Antillón (2016, p. 29), manifiesta:

**“Microfibras:** Normalmente son fibras de plástico, polipropileno, polietileno nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante la construcción. Las longitudes de las fibras de multifilamento oscilan entre los 12 y los 75 mm

**Macrofibras:** Generalmente son de materiales como acero, vidrio, materiales sintéticos o naturales, los cuales se utilizan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. Entre los beneficios del uso de concreto reforzado con fibras -CRF- se encuentran el incremento de la resistencia al impacto y a la fatiga. Su diámetro oscila entre los 0.25 mm y 1.5 mm con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm”.



Figura 6: Microfibras.

Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/que-es-concreto-reforzado-con-fibras>

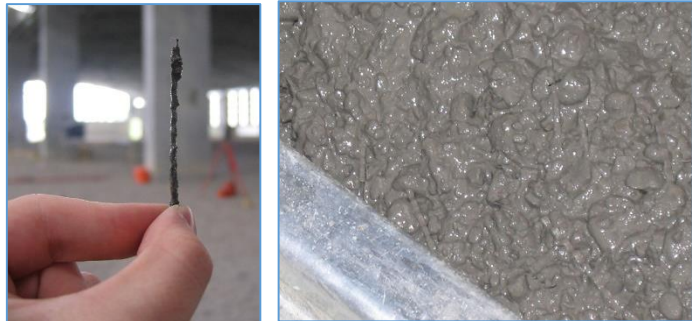


Figura 7: Macrofibras

Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/que-es-concreto-reforzado-con-fibras>

Tal como Carbajal y Portocarrero (2020, p. 12-13), indican, también se pueden clasificar de la siguiente manera:

“Por Material:

De acuerdo con el material, se puede clasificar de la siguiente manera:

**Fibras metálicas:** Secciones discretas de metal que tienen una relación de aspecto (relación entre la longitud y el diámetro) que va desde 20 hasta 100. Estas fibras son de acero (en general de bajo contenido de carbón).

**Fibras sintéticas:** Secciones discretas que se distribuyen aleatoriamente dentro del concreto que pueden estar compuestas por

Acrílico, Aramid, Carbón, Polipropileno, Poliestileno, Nylon, Poliéster etc.

**Fibras de vidrio:** Secciones discretas de fibra de vidrio resistentes al álcali.

**Fibras naturales:** Secciones discretas de origen como coco, sisal, madera, caña de azúcar, yute, bambú, plumas de pollo etc. Cuyos diámetros varían entre 0.5 y 0.2mm, con valores de absorción superiores al 12%”.

### **2.2.1.2. APLICACIONES DE LAS FIBRAS**

Según MACCAFERRI (2007) menciona que “las fibras de acero se aplican en pisos y pavimentos, hormigón proyectado y prefabricados”.

#### **Pisos y pavimentos**

Para MACCAFERRI (2007), menciona que “el concreto reforzado con fibras de acero se emplea en Pavimentación aeroportuaria, Pavimentación industrial, Pavimentación portuaria Pavimentación de avenidas, Fundación para maquinas vibratorias y Reparación de superficies. Presenta las siguientes ventajas: más rápida y económica, mayor resistencia al impacto, mayor resistencia a la variación térmica, mejor comportamiento la fatiga y sección resistente y homogénea en todo su espesor.”

### **2.2.1.3. FIBRAS DE POLIPROPILENO**

Respecto a las fibras de polipropileno, Carhuapoma (2018, p. 70), indica que:

“La fibra de polipropileno es un aditivo de reforzamiento que se le añade al concreto, mejorando así, la calidad de construcciones ya que de modo permeable ayuda a que el agua no dañe al concreto y sufra fisuras por la humedad ya que reduce que se agriete y fracturen las grandes construcciones. Esta fibra de polipropileno está compuesta de material 100% virgen y cuenta con una forma de monofilamentos que reducen las grietas en el concreto, pues ésta actúa como un refuerzo tridimensional en el concreto para disipar los esfuerzos dentro de su masa, reduciendo los agrietamientos por contracción plástica en estado fresco, y los agrietamientos por temperatura en estado endurecido y también reduce la segregación de los materiales y la filtración de agua. Si el elemento de concreto requiere además una protección contra la formación de hongos, microbios y bacterias, como es el caso en hospitales, fábricas de alimentos, laboratorios, tanques de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, granjas, comedores y cocinas, puede usarse con toda seguridad la fibra de polipropileno en forma de multifilamentos, diseñada para proteger el concreto contra el ataque de microorganismos. Las fibras de polipropileno están elaboradas con un agente antimicrobiano que forma parte integral de su composición, la cual altera la función metabólica de los microorganismos impidiendo su crecimiento y reproducción”.

#### **2.2.1.4. VENTAJAS DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO**

La utilización de las fibras de polipropileno en el concreto, producen las siguientes ventajas, tal como señala Carhuapoma (2018, p. 71), indica que:

“Las ventajas de la fibra de polipropileno en el concreto son:

- Eliminan totalmente las fisuras
- Protege la cabilla
- Permite un fraguado más homogéneo
- Muy económica
- Aumente la resistencia a la flexión y compresión
- Elimina la necesidad de posterior curado
- Aumenta la calidad y durabilidad del concreto
- Aglutina mejor la mezcla”

#### **2.2.1.5. PROPIEDADES DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO**

Las propiedades de las fibras de polipropileno en el concreto, son las siguientes, tal como señala Carhuapoma (2018, p. 71-72):

“Las propiedades de la fibra de polipropileno en el concreto son:

- Absorción de agua a 20° c: ninguna
- Conductividad técnica y eléctrica: baja
- Resistencia a las sales y ácidos: alta
- Resistencia a las bases agente oxidantes y microorganismo: alta
- Resistencia a la abrasión: buena”



## **2.2.2. PAVIMENTO RÍGIDO**

### **2.2.2.1. Definición**

El MTC (2014), lo denomina también como pavimentos de concreto hidráulico la cual está compuesta puntualmente por una una capa de rodadura de losa de concreto hidráulico y una capa de sub base granular esta a su vez puede ser de base granular o puede ser estabilizada con distintos materiales. Las subcategorías de pavimentos rígidos son las siguientes: Pavimento de concreto simple conjuntas, pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas y pavimento de concreto con refuerzo continuo (2014, p. 22).

### **2.2.2.2. Elementos del pavimento rígido**

Los elementos que conforman un pavimento rígido, son los siguientes:

**Capa de rodadura**, que es la parte superior del pavimento su función principal es sostener directamente el tránsito, en un pavimento rígido llega a ser la losa de concreto hidráulico la cual a causa de su naturaleza rígida esta absorbe casi en su totalidad los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito logrando así proyectar en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la sub rasante ([MTC], 2014, p. 21 y 224).

Dependiendo del tipo de vía donde se ubicará el pavimento rígido su espesor mínimo variara es decir para vías locales, colectora y arteriales este valor debe ser igual o mayor a 150 mm y en vías expresas será mayor o igual a 200 mm ([MVCS], 2010, p. 30).

**Sub base**, es la capa del pavimento que soporta la base y la carpeta de rodadura, presenta un espesor de diseño y el material del cual está conformado debe satisfacer las especificaciones dadas en el [MSYP], según el tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento esta capa puede obviarse y de no ser el caso esta capa puede ser de un material granular con una relación de [CBR] mayor o igual al 60% cuando se trata de carreteras y en caso que no cumpla el [CBR] mínimo esta capa debe ser tratada con asfalto, cal o cemento ([MTC], 2014, p. 21). Para pavimentos urbanos el requisito que exige la [CE. 010] para la sub base es que el valor de [CBR] debe ser mayor o igual al 30% al 100% de compactación del ensayo de proctor modificado ([MVCS], 2010, p. 30).

**Juntas** estas se diseñan y construyen con el fin de asegurar un buen comportamiento de la losa es decir para mantener los esfuerzos dentro de los límites seguros y así poder evitar futuras formaciones de grietas. Se sub dividen en dos tipos las

longitudinales y la transversales, sus nombres están dados según el tipo de agrietamiento que previenen ([MVCS], 2010, p. 59).

### **2.2.2.3. Control de calidad en el pavimento rígido terminado**

El ([MVCS], 2010, p. 29), menciona que se debe efectuar controles de calidad en los pavimentos de losa de concreto hidráulico respecto a su espesor, superficie y resistencia. Referente a la superficie acabada esta no presentará irregularidades mayores a 3 mm en una longitud de 3 m colocada paralela y perpendicularmente al eje de la vía, mientras que la resistencia a flexotracción no será menor a la de diseño y finalmente el control de calidad respecto al espesor de la losa este no deberá ser menor a 15 mm del espesor teórico.

### **2.2.2.4. Diseño de pavimento rígido**

El [MVCS] menciona que para el diseño estructural de pavimentos urbanos se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, siendo una de ellas y la más recomendada la metodología AASHTO-93 (2010, p. 30).

#### **2.2.2.4.1. Metodología de diseño**

La metodología de diseño de pavimento rígido a usarse en la presente investigación será la metodología

AASHTO-93, para la cual se tendrá en cuenta los siguientes factores: Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la sub rasante, características y volumen de tránsito durante el periodo de diseño, vida útil del pavimento, condiciones climáticas y de drenaje, características geométricas de la vía y el tipo de pavimento a usarse en este caso un pavimento rígido ([MVCS], 2010, p. 30).

Este método estima que el servicio que da un pavimento es inversamente proporcional al tiempo que este lleva construido, a su vez el tiempo que lleva construido es directamente proporcional a las repeticiones de carga de tránsito es decir a medida que pasa el tiempo y con él las repeticiones de carga de tránsito el nivel de servicio de la vía disminuye. Es por eso que este método propone un nivel de servicio final que se debe tener al concluir el periodo de diseño el cálculo de espesor de la losa de concreto se da mediante un proceso iterativo a través de la siguiente ecuación ([MTC], 2014, p. 224).

$$\text{Log}_{10} W_{8.2} = Z_R \cdot S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10} \left( \frac{M_r C_d (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

$W_{82}$ : número de previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño

$$W_{82} = \sum EE$$

$Z_R$ : desviación normal estándar

$S_O$ : error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado de pavimento

$D$ : espesor de pavimento de concreto, en milímetros

$\Delta PSI$ : diferencia entre los índices de servicio inicial y final

$P_t$ : índice de serviciabilidad o servicio final

$M_R$ : resistencia media del concreto a flexotracción a los 28 días en MPa

$C_d$ : coeficiente de drenaje

$J$ : coeficiente de transmisión de carga en las juntas

$E_c$ : módulo de elasticidad del concreto en MPa

$k$ : módulo de reacción, dado en  $MPa/m$  de la superficie y sea base, sub base o sub rasante en la que se apoya el pavimento de concreto

Los parámetros que intervienen en el diseño de un pavimento rígido son el periodo de diseño y las variables de diseño las cuales son el tránsito, la serviciabilidad, la confiabilidad [R] que va de la mano con la desviación estándar [So], el suelo y el efecto de las capas de apoyo, resistencia a flexotracción del concreto [MR], módulo elástico del concreto [Ec], drenaje y transferencia de

cargas. Todo lo descrito anteriormente se detalla a mejor detalle en los siguientes acápite.

#### **2.2.2.4.2. Periodo de diseño**

El periodo de diseño mínimo según la [MTC] es de 20 años, sin embargo, este periodo puede ser ajustado según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la entidad (2014, p. 226).

#### **2.2.2.4.3. El tránsito (ESALs)**

Para la metodología de AASHTO 93 se simplifica el efecto del tránsito mediante el concepto de ejes equivalentes, lo cual consiste en transformar las cargas de los ejes de todo tipo de vehículo en ejes simples de 8.2 Ton de peso comúnmente llamadas ESALs [Carga equivalente de un solo eje] traducido por sus siglas en inglés ([MTC], 2014, p. 225).

Para establecer el  $W_{82}$  para el diseño de un pavimento se requiere de los estudios de tráfico a fin de calcular el  $IMD_a$ , esta información servirá como base para el estudio de la proyección de demanda para el periodo de análisis. Matemáticamente el concepto de eje equivalente que generara un tipo de vehículo para el

diseño de un pavimento en determinado periodo es expresado es de la siguiente manera.

$$EE = IMD_a \times F_{vp} \times F_d \times F_c \times F_p \times F_{ca}$$

Donde:

$IMD_a$ : índice medio diario anual

$F_{vp}$ : factor de vehículo pesado, se calcula de la sumatoria de la relación de cargas por ejes que presenta un vehículo cuya relación depende del tipo de pavimento a ser diseñado. Se debe tener en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 1. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente
Eje simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = (P/6.6)^{4.1}$
Eje simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = (P/8.2)^{4.1}$
Eje tándem (1 eje de rueda dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = (P/13)^{4.1}$
Eje tándem (2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA1} = (P/13.3)^{4.1}$
Ejes tridem (2 eje de rueda dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = (P/16.6)^4$
Ejes tridem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = (P/17.5)^4$

P= peso real por eje toneladas

Nota: Tomado de ([MTC], 2014, p. 67).

#### 2.2.2.4.4. Factor direccional y factor carril

El  $F_d$  y el  $F_c$  se determina según el número de calzadas y numero de sentidos, y número de carriles por sentido según la siguiente tabla:

Tabla 2. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	$F_d$	$F_c$
1 calzada *	1	1	1	1
	1	2	1	0.8
	1	3	1	0.6
	1	4	1	0.5
	2	1	0.5	1
	2	2	0.5	0.8
2 calzadas con separador central**	2	1	0.5	1
	2	2	0.5	0.8
	2	3	0.5	0.6
	2	4	0.5	0.5

Nota: Tomado de [MSYP], ([MTC], 2014, p. 64).

\* Para  $IMD_a$  total de la calzada

\*\* Para  $IMD_a$  total de las dos calzadas

#### 2.2.2.4.5. Factor presión de inflado

$F_p$ : factor presión de inflado, el cual se considerará un valor de 1 por ser un pavimento rígido.

#### 2.2.2.4.6. Factor de crecimiento anual

$F_{ca}$ : factor de crecimiento anual, el cual se calcula a través de la siguiente ecuación

$$F_{ca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

$r$ : tasa anual de crecimiento del tránsito

$n$ : periodo de diseño



#### 2.2.2.4.7. Serviciabilidad

El ([MTC]), define este parámetro cómo la capacidad de servicio que brinda el pavimento al tránsito que circula por este, su valor varío de cero a cinco siendo cero cuando el servicio es intransitable y cinco un valor ideal de servicio excelente. Para el diseño de pavimento rígido según la metodología AASHTO-93 se debe considerar los siguientes valores de la diferencia entre los índices de servicio inicial y final según el tipo de tráfico que presentara dicha vía (2014, p. 227).

Tabla 3. Diferencial de serviciabilidad según rango de trafico

Tipo de camino	Tráfico	Ejes equivalentes	$\Delta PSI$
Caminos de bajo volumen de transito	T <sub>P1</sub>	150001 300000	2.1
	T <sub>P2</sub>	300001 500000	2.1
	T <sub>P3</sub>	500001 750000	2.1
	T <sub>P4</sub>	750001 1000000	2.1
	T <sub>P5</sub>	1000001 1500000	1.8
	T <sub>P6</sub>	1500001 3000000	1.8
	T <sub>P7</sub>	3000001 5000000	1.8
	T <sub>P8</sub>	5000001 7500000	1.8
Resto de Caminos	T <sub>P9</sub>	7500001 10000000	1.8
	T <sub>P10</sub>	10000001 12500000	1.8
	T <sub>P11</sub>	12500001 15000000	1.8
	T <sub>P12</sub>	15000001 20000000	1.5
	T <sub>P13</sub>	20000001 25000000	1.5
	T <sub>P14</sub>	25000001 30000000	1.5
	T <sub>P15</sub>	>30000000	1.5

Nota: Tomado de [MSYP], ([MTC], 2014, p. 227).

#### 2.2.2.4.8. Confiabilidad [R] y desviación estándar [So]

El rango típico de la desviación estándar según el ([MTC]) está entre 0.30 y 0.40 por lo cual este recomienda usar el valor de 0.35 para el diseño de pavimentos rígidos bajo la metodología AASHTO-93 y respecto al valor de confiabilidad este se determinará según el tipo de tráfico que presentará dicha vía, según la siguiente tabla (2014, p. 228).

Tabla 4. Valores recomendados del nivel de confiabilidad para diseño de pavimento en una sola etapa de 20 años

Tipo de camino	Tráfico	Ejes equivalentes		$\Delta PSI$
Caminos de bajo volumen de transito	T <sub>P1</sub>	150001	300000	-0.385
	T <sub>P2</sub>	300001	500000	-0.524
	T <sub>P3</sub>	500001	750000	-0.674
	T <sub>P4</sub>	750001	1000000	-0.842
	T <sub>P5</sub>	1000001	1500000	-0.842
	T <sub>P6</sub>	1500001	3000000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3000001	5000000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5000001	7500000	-1.036
Resto de Caminos	T <sub>P9</sub>	7500001	10000000	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10000001	12500000	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12500001	15000000	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15000001	20000000	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20000001	25000000	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25000001	30000000	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30000000		-1.645

Nota: Tomado de [MSYP], ([MTC], 2014, p. 229).

#### 2.2.2.4.9. Módulo de reacción de la sub rasante [K]

Según el ([MTC]) el módulo de reacción de la sub rasante es el parámetro que caracteriza a este

mismo, este valor aumenta ante la presencia de sub base granular o base granular. Este módulo se puede calcular con el ensayo de placa o a través de correlaciones directas entre el CBR que permite obtener el coeficiente de reacción (2014, p. 228).

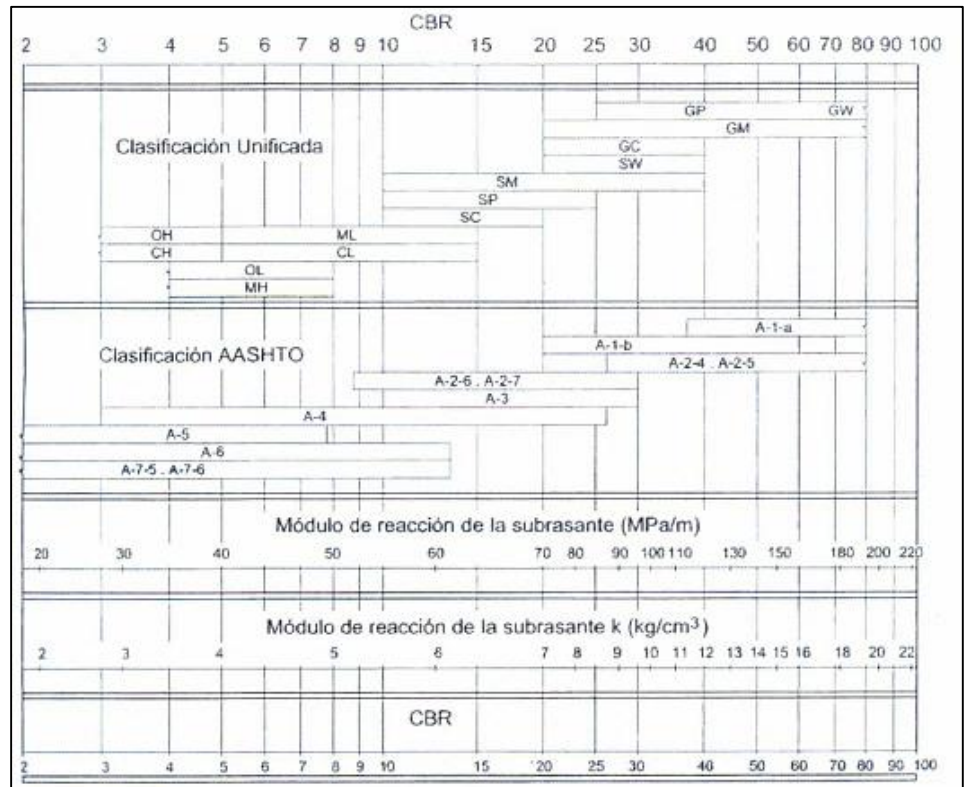


Figura 8: Correlación CBR y módulo de reacción de la sub rasante. Tomado de [MSYP], ([MTC], 2014, p. 230)

#### 2.2.2.4.10. Resistencia media del concreto a flexotracción (MR)

La losa de concreto trabaja principalmente a flexión, por lo que es necesario considerar esta característica dentro de la metodología, esto lo logramos a través del módulo de rotura (MR), normado por el ASTM C – 78, en el cual el concreto vaciado es muestreado en vigas,

las cuales, a los 28 días, serán ensayadas aplicando cargas en los tercios, y forzando la falla en el tercio central de la viga, para nuestro caso, los valores, deben encontrarse dentro de los siguientes:

Tabla 5: Resistencia mínima del concreto a la flexo tracción y a la compresión para Pavimentos Rígidos

Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE	Resistencia Mínima a la Flexo Tracción del Concreto (MR)	Resistencia Mínima Equivalente a la Compresión del Concreto (f'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Nota: Tomado de Manual de Carreteras, Sección Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC (2014).

El módulo de rotura (Mr) del concreto se correlaciona con el módulo de compresión (f'c) del concreto mediante la siguiente expresión:

$$M_r = a \sqrt{f_c}$$

Valores en kg/cm<sup>2</sup> (según ACI 363).

Los valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18.

#### **2.2.2.4.11. Módulo elástico del concreto [Ec]**

Según el ([MTC]) este módulo se puede obtener correlacionando su  $f'c$  a través de la fórmula descrita a continuación (2014, p. 231).

$$E_c = 57000 \times (f'c)^{0.5}$$

Donde:

$f'c$ : Módulo de compresión en PSI

#### **2.2.2.4.12. Drenaje**

Este parámetro es considerado por la metodología AASHTO 93 para el diseño de pavimento, ya que dependiendo del material de la capa inferior a la losa de concreto variará las condiciones de drenaje y un buen drenaje conduce a reducir el espesor de la losa de concreto. Para determinar el coeficiente de drenaje se determina primero la calidad de drenaje del material y luego se correlaciona con el grado de exposición que tendrá el pavimento rígido a niveles de humedad próximos a la saturación este parámetro varía entre 0.70 y 1.25 ([MTC], 2014, p. 232).

#### **2.2.2.4.13. Transferencia de cargas**

El ([MTC]) representa el coeficiente de transmisión de carga en las juntas como  $J$  y menciona que este valor es directamente proporcional al espesor de la losa de

concreto, el valor a ser asumido se considera según la siguiente tabla (2014, p. 233).

Tabla 6. Valores de coeficiente de transmisión de carga

<b>J</b>			
<b>Granular o Asfáltica</b>		<b>Concreto Hidráulico</b>	
<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>(con pasadores)</b>	<b>(con pasadores)</b>	<b>(con pasadores)</b>	<b>(con pasadores)</b>
3.2	3.8 - 4.4	2.8	3.8

Nota: Adaptado de [MSYP], ([MTC], 2014, p. 233).

#### 2.2.2.4.14. Juntas longitudinales y juntas transversales

Las juntas tienen el objetivo de controlar la fisuración y el agrietamiento que sufre la losa del pavimento debido a la contracción propia del concreto por la pérdida de humedad, variaciones de temperatura que sufre la losa por su exposición al medioambiente y al gradiente de temperatura existente desde la superficie hasta la sub base.

Los diferentes tipos de juntas pueden agruparse en:

- Juntas longitudinales
- Juntas transversales

Las juntas longitudinales son las que delimitan los carriles que serán por donde transitarán los vehículos.

Las juntas transversales están dispuestas en sentido perpendicular a las longitudinales.

Asimismo, las juntas tienen las siguientes funciones:

- Permitir la transferencia de carga entre las losas.

- Controlar el agrietamiento transversal y longitudinal
- Dividir el pavimento en secciones adecuadas para el proceso constructivo y acorde con las direcciones de tránsito.
- Permitir el movimiento y alabeo de las losas.
- Proveer la caja para el material de sello.

El tamaño y geometría de las losas determinan la disposición de las juntas transversales y las juntas longitudinales, su longitud no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho, así como no debe ser mayor a 4.50 m. Se recomienda que en zonas de altura mayores a 3000 msnm, las losas deben ser cuadradas o losas cortas. En ese sentido, el MTC recomienda las siguientes dimensiones de losas:

*Tabla 7: Dimensiones Máximas de Losa Recomendadas*

<b>Ancho de Carril (m) = Ancho de Losa (m)</b>	<b>Longitud de Losa (m)</b>
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Nota: Tomado de Manual de Carreteras, Sección Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC (2014).

En la tabla anterior se muestran las longitudes máximas de paños de losas de pavimentos rígidos, recomendadas por el MTC.

Para asegurar un buen comportamiento de las juntas se requiere tener una construcción adecuada y sobre todo oportuna, asimismo, su correcto sellado contribuirá a su adecuado desempeño.

En ese sentido para su adecuado diseño debemos de considerar lo siguiente:

- Las condiciones ambientales, los cambios de temperatura y humedad inducen el movimiento entre las losas, generando concentraciones de esfuerzos y alabeos.
- Espesor de la losa, influye en los esfuerzos que generan alabeo y deflexiones.
- Sistema de transferencia de cargas, es necesaria en toda junta de concreto.
- Nivel de tránsito, el tipo y volumen de vehículos pesados influye notablemente en las exigencias de los mecanismos de transferencia de carga a optar.
- Características de los materiales, los insumos del concreto afectan su resistencia y el dimensionamiento de las juntas. Los insumos determinan el movimiento entre las losas.



- Tipo de sub base, el valor soporte afecta la estructura del pavimento, y la fricción de la interfase afectan el movimiento y soporte de las losas.
- Materiales sellantes, la longitud de las losas afecta el sellador a elegir.
- Diseño de la berma, el tipo de berma, la presencia de sobreanchos, afecta el soporte lateral y la capacidad de las juntas para la transferencia de cargas.
- Debe prepararse un plano de distribución de juntas, identificando las juntas longitudinales, las juntas transversales de contracción y de dilatación; en este plano se identificarán las losas irregulares que requieran refuerzo y/o las losas donde se ubican tapas de buzón o de cajas de paso y que también requieren refuerzo.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de estudio**

El tipo de estudio fue aplicado, ya que de acuerdo a Borja (2016, p. 10), este tipo busca dar una solución de manera inmediata para poder modificar una realidad problemática.

Ante lo mencionado, esta investigación fue aplicada debido a que los conocimientos obtenidos contribuyen a la solución de una situación problemática en el área local, la cual afecta en las ejecuciones de obras de infraestructura que se vienen desarrollando, habiéndose realizado, a fin de generar beneficios en la sociedad, como es el caso de la utilización de la fibra de polipropileno en el concreto de los pavimentos rígidos de vías urbanas.

#### **3.2. Nivel de estudio**

El nivel de estudio fue descriptivo, porque pretende describir con la mayor precisión y fidelidad posible una realidad. En ese mismo orden, Noguera (2003) sostiene que este nivel, tiene la característica de conocer las situaciones y actitudes predominantes mediante, objetos, procesos y personas, pero no se limita a la mera recolección de datos, la meta de los investigadores es la predicción e identificación

de las relaciones que existen entre dos o más variables. (p. 30), por lo tanto se ha descrito cómo la utilización de fibra de polipropileno incide en el concreto de los pavimentos rígidos de vías urbanas.

### **3.3. Diseño del estudio**

El diseño del estudio fue no experimental, de corte transeccional o seccional simple, ya que, como indica Ccanto (2010): “Los diseños transeccionales, transversales o seccionales, recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p. 139).

En este estudio se obtuvieron resultados de la utilización de la fibra de polipropileno en el concreto de los pavimentos rígidos de vías urbanas a fin de describir los efectos obtenidos.

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

*Tabla 8:* Diseño de la investigación.

M            O

Fuente: Ccanto (2010).

M = Muestra con quien o en quien vamos a realizar el estudio.

O = Observación de información relevante o de interés que recogemos.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnicas**

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, la técnica que se utilizará en la presente

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

**a) Observación directa**

Esta técnica fue utilizada para poder determinar y describir los resultados de la utilización de la fibra de polipropileno en el concreto de los pavimentos rígidos de vías urbanas a fin de describir los efectos obtenidos.

**b) Análisis de documentos**

Los documentos que se utilizó, fueron desde el principio de la investigación para poder dar un sustento a la misma, en cuanto al manejo de los conceptos existentes, entre ellos se tiene los siguientes:

- Revisión de bibliografía:

Esta revisión se utilizó para poder profundizar en cuanto al conocimiento adquirido como investigador, en este caso en referencia

al problema de investigación y de esta manera poder tener el sustento ante dicho tema investigado.

**c) Pruebas estandarizadas:**

Estas pruebas sirvieron para poder medir los resultados obtenidos al utilizar la fibra de polipropileno en el concreto hidráulico de las losas del pavimento rígido, así como, los ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas como se detalla a continuación:

**a. Preparación del concreto**

El concreto fue obtenido de la ejecución de la obra: “MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA - RICARDO PALMA EN JAUJA METROPOLITANA - PROVINCIA DE JAUJA – JUNÍN” (C.U.I. N° 2210571), habiéndose utilizado Cemento Portland Tipo I de la marca Andino.

En cuanto al agregado grueso, se ha utilizado piedra chancada de 1” procedente de la Cantera de Agremix, el cual cumple la Norma ASTM C33 , la arena gruesa procede de la cantera Coprosa, la cual cumple la Norma ASTM C33.

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

## **b. Características y propiedades del agregado fino**

### **- Análisis granulométrico NTP 400.012**

#### **Objeto**

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

#### **Equipos**

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

#### **Procedimiento**

Para el presente ensayo se usara una muestra representativa (300g) del cuarteado, asimismo esta muestra será secada, lavada y nuevamente secada en un horno previamente al análisis granulométrico, una vez realizado ello se procederá a colocar dicha muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso, seguidamente se dará movimientos de un lado a otro y en forma

circular de modo que la muestra se mantenga en movimiento constante, por un minuto aproximadamente, seguidamente en una bandeja de aluminio sacaremos cuidadosamente cada tamiz y será pesado siempre observando que no haya partículas retenidas en el tamiz y anotaremos para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes.

- **Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino**  
**NTP 400.022**

**Objeto**

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

**Equipos**

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

### **Procedimiento**

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

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

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

### **Objeto**

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

### **Equipos**

- Balanza: Una balanza con aproximación a 0,05 kg



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

### **Procedimiento de apisonado**

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

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

**Objeto**

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

**Equipos**

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

**Procedimiento**

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de

las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten algunas partículas resultando en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, es opcional el revolver la muestra.

- Precaución: cuando se utiliza un horno microondas, los minerales aliados ocasionalmente presentes en los agregados pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas.
- Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol anhidro hasta cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad posible de alcohol sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina.
- La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.

- Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

### **c. Características y propiedades del agregado grueso**

#### **- Análisis granulométrico NTP 400.012**

##### **Objeto**

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

##### **Equipos**

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

##### **Procedimiento**

- En el presente ensayo se usara una muestra representativa (3000g) del cuarteado, asimismo esta muestra será secada, lavada y nuevamente secada en un horno previamente al análisis

granulométrico, una vez realizado ello se procederá a colocar dicha muestra en el grupo de tamices adecuados previamente seleccionados tapando la parte superior para evitar pérdidas de peso, seguidamente se dará movimientos de un lado a otro y en forma circular de modo que la muestra se mantenga en movimiento constante, por un minuto aproximadamente, seguidamente en una bandeja de aluminio sacaremos cuidadosamente cada tamiz y será pesado siempre observando que no haya partículas retenidas en el tamiz y anotaremos para así generar el cuadro de datos e informes pertinentes.

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

**Objeto**

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

**Equipos**

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

- Tamices
- Estufa

### **Procedimiento**

Una muestra se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergido en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa por tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y formulados en este método de ensayo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.

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

### **Objeto**

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

### **Equipos**

- Balanza: Una balanza con aproximación a 0,05 kg

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

### **Procedimiento de apisonado**

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

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

**Objeto**

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

**Equipos**

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

**Procedimiento**

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. Un secado muy rápido puede causar que exploten



algunas partículas resultando en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, es opcional el revolver la muestra.

- Precaución: cuando se utiliza un horno microondas, los minerales aliados ocasionalmente presentes en los agregados pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas.
- Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol anhidro hasta cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad posible de alcohol sin perder ninguna partícula de la muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina.
- La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.

- Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1% después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

#### **d. Ensayos en estado fresco del concreto**

##### **- Asentamiento de concreto fresco NTP 339.035**

###### **Objeto**

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

###### **Equipos**

- Molde (cono de Abrams) con espesor mínimo de 1.5 mm y su forma es la de un tronco de cono con diámetro de base inferior de 20 cm y de base superior 10 cm
- Barra compactadora de acero liso de 16 mm y 60 cm de longitud

###### **Procedimiento**

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

en el centro de la superficie superior del concreto, se reporta como el asentamiento del concreto.

- **Peso Unitario NTP 339.046**

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

**Aparatos**

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

**Procedimiento**

- La muestra se seleccionó según la ASTM c 172.

- Se seleccionó el tamaño del molde según el tamaño máximo nominal, la cual es de  $\frac{1}{3}$  de pie<sup>3</sup> y a continuación se determinó la masa del molde vacío.
- Se colocó el concreto dentro del recipiente en tres capas de aproximadamente igual volumen.
- Compactamos cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral, compactamos la segunda y tercera capa en todo su espesor, ingresando 1" (25 mm) en la capa anterior.
- Al terminar de compactar cada capa, se golpeó firmemente 12 veces en forma de cruz, para llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire.
- Enrasamos el molde, retirando el material sobrante en la última capa.
- Limpiamos el material sobrante alrededor del molde y determinamos la masa del molde más el concreto.

- **Temperatura NTP 339.184**

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

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

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

#### **e. Ensayo en estado endurecido**

##### **- Ensayo de resistencia a la compresión NTP 339.034**

#### **Objeto**

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

#### **Equipo**

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

#### **Procedimiento**

- Los ensayos a compresión de probetas de curado húmedo serán hechos tan pronto como se practicó luego de retirarlos del almacenaje de humedad.
- Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente hasta el momento del ensayo
- Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo.

- Verificación del cero y asiento del bloque.
- Velocidad de carga, aplicar carga continuamente y sin detenimiento
- La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre probeta de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s
- Proceder a con los cálculos respectivos.



Figura 9: Ensayo de compresión del concreto.

- **Ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078**

### **Objeto**

Este método de ensayo se usa para determinar la resistencia a la flexión de especímenes preparados y curados con las NTP 339.033

ó NTP 339.183. Los resultados se calculan y reportan como el módulo de rotura. La resistencia que se determina variará si existen diferencias en el tamaño del espécimen, su preparación, condiciones de humedad, o si la viga ha sido moldeada o cortada al tamaño requerido.

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

### **Descripción**

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de éste no mayor del 5 % de la luz libre.

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

El laboratorista que lleve a cabo los ensayos de las vigas de concreto para los ensayos de aceptación, deberá cumplir con la ASTM C 1077, para técnico de laboratorio de concreto, incluyendo esta Norma Técnica Peruana como una prueba relevante.

### **Procedimiento**

- La prueba de flexión se realizará tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.
- Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona ésta para que la tensión corresponda a la superficie superior o al inferior de la misma, tal como se hizo el corte inicialmente.
- Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada. Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm , determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y



los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrentar, lijar o poner una cuña de cuero. Las tiras de cuero serán de un espesor uniforme de 6 mm y tendrán un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm , y deberán extenderse a todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrentado o esmerilado. El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de las muestras. El refrentado se hará en conformidad con las secciones aplicables de la NTP 339.037.

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

$$r = \frac{Sbd^2}{L}$$

En donde:

r : es la relación de carga, en N/min

S : tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción, en MPa/min

b : ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo, mm

d : altura promedio de la viga, según su disposición para el ensayo,  
mm

L : longitud del tramo, en mm

- Para determinar las dimensiones de la sección transversal de la muestra para su aplicación en el cálculo del módulo de ruptura, tomar las mediciones a través de una de las caras fracturadas después de la prueba. El ancho y profundidad se miden en la muestra conforme se dispuso para el ensayo. Para cada dimensión, tomar una medición en cada borde y una en el centro de la sección transversal. Tomar tres medidas a lo largo de cada dimensión (una en cada extremo y al centro), para determinar el ancho promedio, altura promedio y ubicación de la línea de fractura de la viga en la sección de falla. Tomar todas las medidas con una precisión de 1 mm . Si la fractura ocurre en una sección de refrentado, se incluye la medida del espesor de la capa.





*Figura 10: Ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios*

### **3.4.2. Instrumentos**

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

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

### **3.4.3. Procesamiento de la información**

El procesamiento de la información fue realizado en base a las especificaciones de cada ensayo de laboratorio realizado, los cuales han sido establecidos en las Normas Técnicas Peruanas y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones correspondientes, todo ello fue presentado mediante tablas y graficos respectivos, para un mayor entendimiento e interpretación de los resultados en los programas Microsoft Excel y SPSS, habiéndose seguido el siguiente proceso:

- Determinación de las muestras
- Ubicación de las unidades de observación
- Construcción del instrumento
- Medición o verificación de los indicadores del instrumento
- Elaboración de la matriz de datos
- Procesamiento estadístico de datos

### **3.4.4. Técnicas y análisis de datos**

En la presente investigación las técnicas y el análisis de los datos tuvieron un enfoque cuantitativo, para ello se utilizó el analisis estadistico y de esta manera se pueda establecer la correlación correspondiente a las variables en estudio, de acuerdo a los indicadores planteados en la operacionalización de las variables.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL INFORME**

#### **4.1. Resultados**

##### **4.1.1 Datos generales de la obra:**

– Ubicación Geográfica

Lugar : Av. Hatun Xauxa, Av. Ricardo palma

Distrito : Jauja, Yauyos, Sausa

Provincia : Jauja

Región : Junín

Altura (m.s.n.m.) :3,352.00

– Límites Geográficos

Norte : Distrito de Tarma

Sur : Distrito de Concepción

Este : Distrito de Chanchamayo

Oeste : Laguna de Yauli

– Coordenadas geográficas:

Longitud Oeste : 75°30'00"

Latitud Sur : 11°45'00"

Altitud : 3,352.00 m.s.n.m

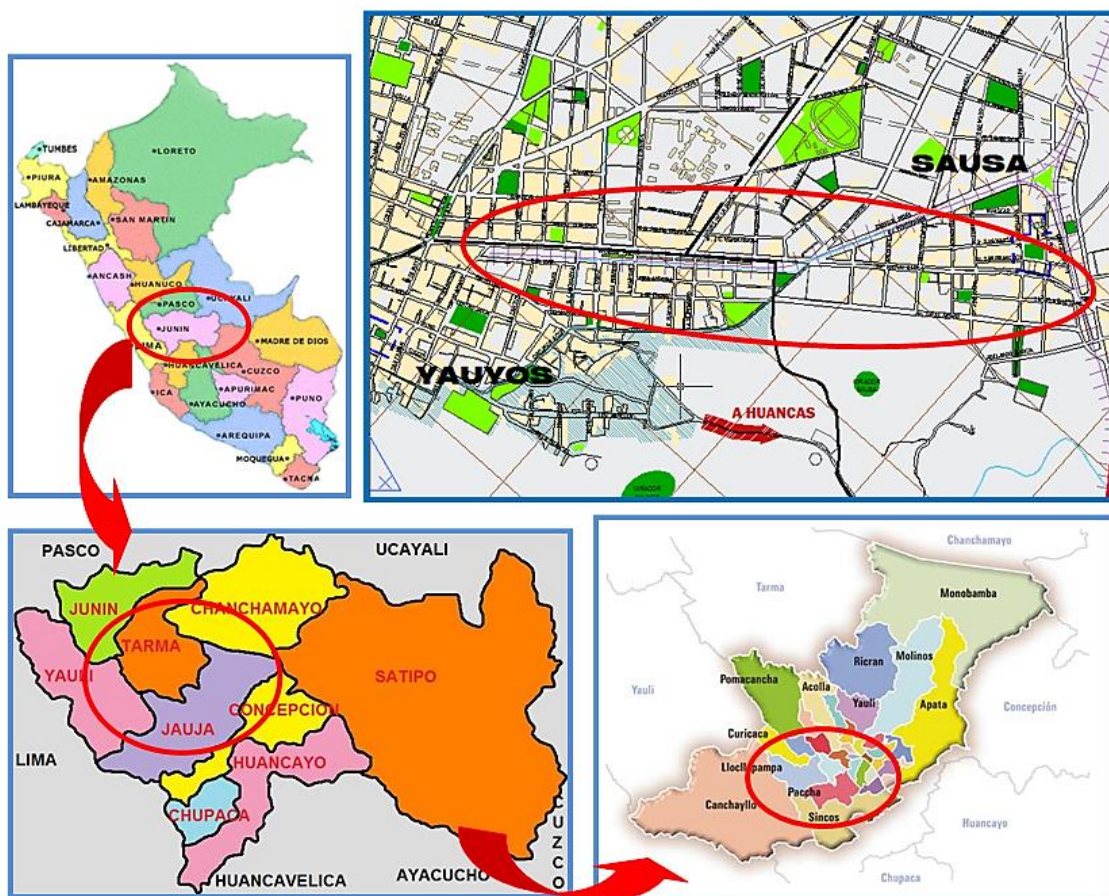


Figura 11: Ubicación – localización de la obra.

#### 4.1.1.1. Datos de la ejecución de la obra:

Para la ejecución: “MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA - RICARDO PALMA EN JAUJA METROPOLITANA - PROVINCIA DE JAUJA – JUNIN”, se tomó como base el expediente técnico correspondiente para el PI con Código Único de Inversiones N° 21445, asimismo, esta obra se encuentra comprendida dentro del PLAN DE DESARROLLO URBANO VIGENTE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAUJA 2008-2022, que tiene como premisa

fundamental el contribuir con elevar los niveles de calidad de vida de la población, promover el desarrollo integral del distrito y construir espacios públicos en un ambiente ecológico adecuado, así como, la ejecución de obra se toma como plataforma de desarrollo en todos los ámbitos buscando también:

- Generar Empleo.
- Construir espacios que respeten la Integridad humana y el valor ecológico del distrito.
- Mejorar las comunicaciones locales distritales y provinciales.
- Promover el conocimiento de la cultura del lugar y promover el turismo nacional e internacional generando así desarrollo para la provincia.
- Promover la educación urbana en la población.
- Organizar el sistema vial de ingreso del distrito.
- Elevar la calidad de vida de la población.

En cuanto a los datos de la ejecución física propia de las obras, tenemos:

- Contrato de Obra N° : 242-2017-GRJ/GGR
- Sistema de Contratación : Precios Unitarios
- Contratista de Obra :  
Consortio Metropolitano MAQUINORTE S.A.C - 70%  
INVERSIONES ABISUA S.A.C. - 30%
- Monto del contrato referencial : S/. 14'359,121.88
- Monto del Contrato de Obra (incluido IGV.) : S/. 14'000,768.15
- Monto del Contrato Supervisor de Obra : S/. 266,829.62

– Plazo de ejecución de la obra : 360 días naturales

#### **4.1.1.2. Descripción del proyecto**

El proyecto de Estudio vial área metropolitana de Jauja, está conformado inicialmente por veinte tramos, con una longitud total, origen-destino, aproximada para el alcance básico de 2,542.23 km; abarcando las vías Av. Ricardo Palma (1+000 Km) y Av. Hatun Xauxa (1+542.23 Km), comprendidos dentro del área metropolitana de Jauja.

La Vía materia del presente estudio es la vía de ingreso a la ciudad de Jauja, por lo tanto tiene una importancia primaria en la organización del Sistema Vial.

#### **4.1.1.3. Descripción de las obras**

Las obras a ejecutar pueden resumirse en las siguientes:

##### **Obras Provisionales, Trabajos Preliminares, Seguridad y Salud.**

Comprende Obras de Cartel de Obra siendo identificación del proyecto, provisión de oficina, almacén caseta de guardianía, cerco perimétrico para protección y seguridad en obra; movilización y desmovilización de equipos maquinarias, desvío de tránsito, y trabajos en seguridad y salud a través de equipos de protección , señalización y capacitación, recursos de emergencia, así como lo exige la norma.



### **Pavimento Rígido**

Comprende los trabajos propios para la calzada proyectado con Pavimento Rígido en las Av. Ricardo Palma y Av. Hatun Xauxa las que se realizaran trabajos como: trazo, nivelación, y Replanteo, Demoliciones, Eliminación de Materiales residuales, movimiento de tierras , base granular y obras de concreto de las capas de mezclas bituminosas que componen el firme, y su posterior petrificado; así mismo el sellado de juntas asfálticas, teniendo también trabajos en Sardineles, Sistema de Drenaje Pluvial (Cunetas, Badenes), y Señalización las que consiste en la colocación de señales verticales y barreras de seguridad necesarias, así como las operaciones del pintado vial.

### **Acera Peatonal**

Comprende los trabajos en Veredas, rampas y ciclo vía en las Av. Ricardo Palma y Av. Hatun Xauxa, las que enmarquen la seguridad en el peatón e incentive el ciclismo en los habitantes de jauja, y así mismo una partida de varios elementos que contiene suministro de tachos de basura, reubicación de postes, tachas reflectivas, reconexión de instalaciones y reposición de tapas de buzones.

### **Áreas Verdes**

Comprende el sembrado de árboles y gras en las Av. Ricardo Palma y Av. Hatun Xauxa, denotando la ornamentación de la vía, al que sirva de integración paisajística con el entorno.

### **Paraderos Modulares**

Comprende los trabajos para la instalación de paraderos prefabricados de material metálico pintado y cobertura de Policarbonato el cual servirá de refugio para las personas que permanecerán

### **Mitigación Ambiental.**

Comprende los trabajos de capacitación, lonas de mitigación, carteles de disuasión, riegos de contaminación e incendio, sembrado en zona d desmonte, conformación de botaderos, tratamiento de canteras y charlas a la población, todo aquello como parte contribuir al mantenimiento del medio ambiente.

#### **4.1.1.4. Metas físicas**

- Obras Provisionales, Trabajos Preliminares Proyección e intervención de 2+542.23 ml de las calles de la ciudad de jauja, abarcando las vías Av. Ricardo Palma (1+000 Km) y Av. Hatun Xauxa (1+542.23 Km).
- Pavimento Rígido, Construcción de 41,716.41 m<sup>2</sup> de pavimento rígido de premezclado de f'c =210 kg/cm<sup>2</sup>. Av. Ricardo Palma (16,556.34 M<sup>2</sup>) y Av. Hatun Xauxa (25,160.07 M<sup>2</sup> ).
- Construcción de 5 100.00 ml de Drenaje en cunetas de Concreto f'c =175 kg/cm<sup>2</sup>, Av. Ricardo Palma (2,084.73 ml) y Av. Hatun Xauxa (3,015.27 ml).

- Construcción de 625.97 m<sup>2</sup> de badenes de Concreto f'c =175 kg/cm<sup>2</sup>, Av. Ricardo Palma (283.96 ml) y Av. Hatun Xauxa (342.01 ml).
- Acera Peatonal, Construcción de 14,093.05 m<sup>2</sup> de veredas de adoquín, Av. Ricardo Palma (6,296.45 m<sup>2</sup>) y Av. Hatun Xauxa (7,796.60 m<sup>2</sup>).
- Construcción de 11,048.19 m<sup>2</sup> de sardineles de Concreto f'c =175 kg/cm<sup>2</sup>, Av. Ricardo Palma (4,680.21 ml) y Av. Hatun Xauxa (6,367.98 ml).
- Construcción de 3,489.78 m<sup>2</sup> de ciclovia, Av. Ricardo Palma (2,413.50 m<sup>2</sup>) y Av. Hatun Xauxa (1,076.28 ml).
- Instalación de 137 tachos de basura, Av. Ricardo Palma (53 unid) y Av. Hatun Xauxa (84 unid).
- Instalación de 5394 .10 ml de señalización Horizontal, Av. Ricardo Palma (2,347.64 ml) y Av. Hatun Xauxa (3046.46 ml).
- Instalación de 95 unid. de señalización vertical, Av. Ricardo Palma (31 unid) y Av. Hatun Xauxa (64 unid.) .
- Áreas Verdes Sembrado de 314 unid árboles Av. Ricardo Palma (159 unid) y Av. Hatun Xauxa (155 unid) y Sembrado de 4,847.51 m<sup>2</sup> de grass, Av. Ricardo Palma (1,870.02 m<sup>2</sup>) y Av. Hatun Xauxa (2,977.49 m<sup>2</sup>).
- Paraderos Modulares, construcción de 08 paraderos livianos y modulares 04 en Av. Ricardo Palma y 04 en Av. Hatun Xauxa ubicados en lugares estratégicos de las vías.

- Mitigación Ambiental, comprendidos en charlas a la población y adecuado programa de salud y recuperación ambiental.

#### 4.1.1.5. Presupuesto total

El presupuesto para el Proyecto: “MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA - RICARDO PALMA EN JAUJA METROPOLITANA - PROVINCIA DE JAUJA – JUNIN” asciende a la suma de Catorce Millones Seiscientos setenta y tres mil treinta y nueve y 08/100 Soles (S/. 14, 673,039.08) desgregados como sigue a continuación:

OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SST	88,748.19
PAVIMENTO RÍGIDO	6,545,818.04
ACERA PEATONAL	3,829,466.47
ÁREAS VERDES	80,986.74
PARADEROS MODULARES	15,600.00
MITIGACIÓN AMBIENTAL	20,900.00
COSTO DIRECTO	<u>10,581,519.44</u>
GASTOS GENERALES 8%	846,521.56
UTILIDADES 7%	740,706.36
SUB TOTAL	<u>12,168,747.36</u>
IMPUESTOS 18%	2,190,374.52
VALOR REFERENCIAL	<u>14,359,121.88</u>
SUPERVISIÓN (2.514%)	313,917.20
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b><u>14, 673,039.08</u></b>

#### 4.1.1.6. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución proyectado para la ejecución de la obra fue de 365 días calendario (12 meses).

#### **4.1.2. Características geométricas de la vía**

La vía intervenida es la AV. HATUN XAUXA, la cual, desde la Progresiva 0+0.00 hasta la intersección con la Av. Héroes de la Breña cambia de nombre a AV. RICARDO PALMA. Presenta las siguientes longitudes:

- Lado oeste: 2,540.00 ml
- Lado este: 2,515.65 ml

El diseño de sección vial es el siguiente:

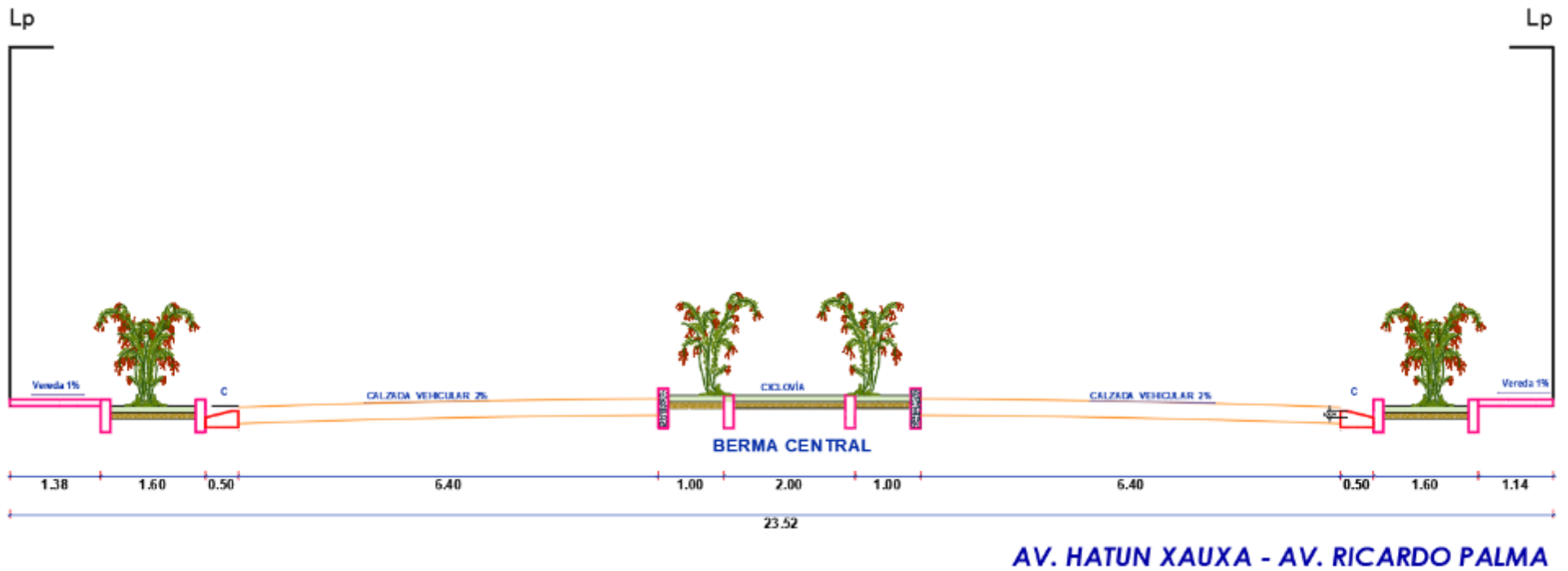


Figura 12: Diseño de sección vial.

### 4.1.3. Estudio de tráfico

A fin de determinar el tipo y cantidad de tráfico que circula realmente por la Av. Hatun Xauxa / Av. Ricardo Palma, se ha realizado un conteo vehicular, del cual podemos apreciar a continuación, el resumen de datos obtenidos:

Tabla 9: Resumen de aforo vehicular

Medio de Transporte	LUNES	MIÉRCOLES	VIERNES	Total	%
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>					
Mototaxi	2,544.00	2,748.00	2,870.00	8,162.00	59%
Automóviles	919.00	994.00	848.00	2,761.00	20%
Camionetas	91.00	82.00	96.00	269.00	2%
Camioneta rural	23.00	14.00	9.00	46.00	0%
Micros / Combis	819.00	867.00	757.00	2,443.00	18%
<b>Total de V.L.</b>	<b>4,396.00</b>	<b>4,705.00</b>	<b>4,580.00</b>	<b>13,681.00</b>	<b>0.98</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>					
Omnibus 2 Ejes	5.00	5.00	7.00	17.00	0%
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	0%
Camión 2 Ejes	59.00	76.00	88.00	223.00	2%
Camión 3 Ejes	3.00	2.00	-	5.00	0%
Camión 4 Ejes	-	-	-	-	0%
Semitrayler 2s3	1.00	-	-	1.00	0%
Semitrayler 3s2	-	-	-	-	0%
Semitrayler >=3s3	-	-	-	-	0%
Trayler 2T2	-	-	-	-	0%
Trayler 2T3	-	-	-	-	0%
Trayler 3T2	-	-	-	-	0%
Trayler >=3T3	4.00	-	3.00	7.00	0%
<b>Total de V.P.</b>	<b>72.00</b>	<b>83.00</b>	<b>98.00</b>	<b>253.00</b>	<b>0.02</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>4,468.00</b>	<b>4,788.00</b>	<b>4,678.00</b>	<b>13,934.00</b>	<b>100%</b>

Nota: Tomado del expediente técnico del PI N° 214450.

Como podemos apreciar, en la tabla anterior, se tiene una mayor cantidad de vehículos livianos (V.L.) que vienen circulando por la Av. Hatun Xauxa / Av. Ricardo Palma, tal como se puede apreciar a continuación:

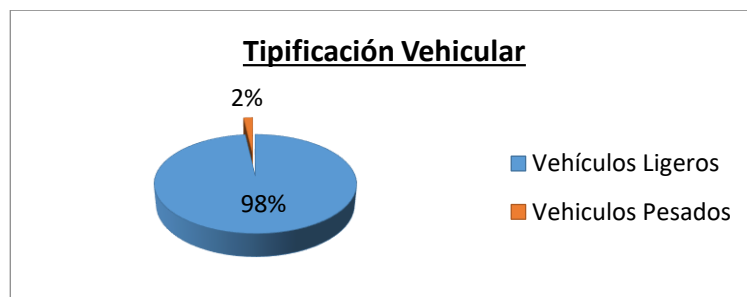


Figura 13: Tipificación vehicular.

En la figura, podemos apreciar que los vehículos pesados solo representan el 2% de la cantidad total de vehículos que transitan por la vía, así como, los vehículos livianos representan el 98%.

Estos valores, deben ser corregidos, de acuerdo al factor estacional que corresponde al mes de conteo, que para nuestro caso fue el mes de noviembre, así mismo, el factor de corrección fue obtenido de la estación de Jauja, con un valor de 1.065, por lo que los resultados del conteo vehicular corregido, son los siguientes:

Tabla 10: Corrección del aforo vehicular

Medio de Transporte	Total	Total Corregido
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>		
Mototaxi	5,494.53	5,851.68
Automóviles	1,797.42	1,914.26
Camionetas	189.93	202.27
Micros / Combis	1,603.10	1,707.31
<b>Total de V.L.</b>	<b>9,084.99</b>	<b>9,675.52</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>		
Omnibus 2 Ejes	17.35	18.47
Omnibus 3 Ejes	-	-
Camión 2 Ejes	227.73	242.53
Camión 3 Ejes	5.20	5.54
Camión 4 Ejes	-	-
Semitrayler 2s3	1.04	1.11
Semitrayler 3s2	-	-
Semitrayler >=3s3	-	-
Trayler 2T2	-	-
Trayler 2T3	-	-



Trayler 3T2	-	-
Trayler >=3T3	7.14	7.60
<b>Total de V.P.</b>	<b>251.31</b>	<b>267.65</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>9,336.30</b>	<b>9,943.16</b>

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los valores corregidos han aumentado de 9,336 vehículos a 9,943. Con estos valores, se ha procedido a realizar el cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA), considerándose valores conservadores para el tránsito generado, como podemos verlo a continuación:

Tabla 11: Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Medio de Transporte	Aforo Vehicular	Tránsito Desviado	Tránsito Generado	IMD	IMDA
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>					
Mototaxi	5,852.00	-	-	1,951.00	712,115.00
Automóviles	1,914.00	-	12.00	642.00	234,330.00
Camionetas	202.00	-	7.00	70.00	25,550.00
Micros / Combis	1,707.00	-	-	569.00	207,685.00
<b>Total de V.L.</b>	<b>9,675.00</b>	<b>-</b>	<b>19.00</b>	<b>3,232.00</b>	<b>1,179,680.00</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>					
Omnibus 2 Ejes	18.00	-	-	6.00	2,190.00
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	-
Camión 2 Ejes	243.00	-	9.00	84.00	30,660.00
Camión 3 Ejes	6.00	-	2.00	3.00	1,095.00
Camión 4 Ejes	-	-	1.00	-	-
Semitrayler 2s3	1.00	-	-	-	-
Semitrayler 3s2	-	-	-	-	-
Semitrayler >=3s3	-	-	-	-	-
Trayler 2T2	-	-	1.00	-	-
Trayler 2T3	-	-	-	-	-
Trayler 3T2	-	-	-	-	-
Trayler >=3T3	8.00	-	-	3.00	1,095.00
<b>Total de V.P.</b>	<b>276.00</b>	<b>-</b>	<b>13.00</b>	<b>96.00</b>	<b>35,040.00</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>9,951.00</b>	<b>-</b>	<b>32.00</b>	<b>3,328.00</b>	<b>1,214,720.00</b>

Tal como indica la tabla anterior, se tiene un total de 1'214,720 vehículos en un año, este valor deberá ser proyectado para el periodo de diseño que será de 20 años, podemos apreciar a continuación el cálculo realizado, considerando el valor del PBI de Jauja (3.70%) para la

proyección de los vehículos pesados, así como, se ha considerado la tasa de crecimiento poblacional de Jauja (0.90%), para la proyección de los vehículos livianos, habiéndose obtenido los siguientes factores de proyección:

Tabla 12: Tasas de crecimiento

<b>Periodo de Diseño (n)</b>	20
<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Livianos - <math>Kr_{(V.L.)}</math>:</b>	21.806
<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados - <math>Kr_{(V.P.)}</math>:</b>	28.868

Una vez realizado el estudio de tráfico, conociéndose los valores del Índice Medio Diario Anual (IMDA), se debe de transformar en valores de EJES EQUIVALENTES (EE), o ESAL "equivalent simple axial load", la cual es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el transito está compuesto por vehículos de diferente peso y numero de ejes. Su cálculo se realiza en función de la siguiente ecuación:

$$ESALS' = \left( \sum_{i=1}^m p_i \cdot F_i \cdot P \right) \cdot (TPD) \cdot (FC) \cdot F_d \cdot F_c \cdot 365$$

Donde:

$p_i$ : Porcentaje del total de repeticiones para el i-ésimo grupo de vehículos o cargas.

$F_i$ : Factor de equivalencia de carga por eje, del i-ésimo grupo de eje de carga.

$P$ : Promedio de ejes por camión pesado.

TPD: Tránsito promedio diario.

FC: Factor de crecimiento para un período de diseño en años.

Fd: Factor direccional.

Fc: Factor de distribución por carril.

En ese sentido, se ha procedido a realizar el cálculo correspondiente a los Ejes Equivalentes, que circulan por la Av. Hatun Xauxa / Av. Ricardo Palma, tal como se aprecia a continuación:

Tabla 13: Cálculo de ejes equivalentes

Medio de Transporte	IMDA	Factor Vehículo Pesado	Tasa Crecimiento Kr	Factor Presión Kp	ESAL
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>					
Mototaxis	712,115.00	0.0001	21.8060	1.0000	1,552.84
Automóviles	234,330.00	0.0001	21.8060	1.0000	510.98
Camionetas	25,550.00	0.0001	21.8060	1.0000	55.71
Micros / Combis	207,685.00	0.0001	21.8060	1.0000	452.88
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>					
Omnibus 2 Ejes	2,190.00	4.5037	28.8680	1.0000	284,725.43
Omnibus 3 Ejes	-	2.5260	28.8680	1.0000	-
Camión 2 Ejes	30,660.00	4.5037	28.8680	1.0000	3,986,155.98
Camión 3 Ejes	1,095.00	3.2846	28.8680	1.0000	103,827.20
Camión 4 Ejes	-	2.2829	28.8680	1.0000	-
Semitrayler 2s3	-	5.9241	28.8680	1.0000	-
Semitrayler 3s2	-	5.9241	28.8680	1.0000	-
Semitrayler >=3s3	-	5.9241	28.8680	1.0000	-
Trayler 2T2	-	10.9802	28.8680	1.0000	-
Trayler 2T3	-	10.9802	28.8680	1.0000	-
Trayler 3T2	-	10.9802	28.8680	1.0000	-
Trayler >=3T3	1,095.00	10.9802	28.8680	1.0000	347,090.41
<b>DETERMINACIÓN DEL ESAL</b>					<b>4,724,371.42</b>

Este valor calculado, debe ser corregido por el factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de



#### 4.1.4. Estudio de mecánica de suelos

Dentro del tramo intervenido de la Av. Xatun Xauxa / Av. Ricardo Palma, se tienen diversos tipos de suelos con diversas características, se han realizado 25 calicatas, de las cuales se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 14: Características de los suelos

Calicata	Contenido de humedad natural %	LL	LP	IP	CLASIFICACIÓN	
					SUCS	AASHTO
C-1	8.00	24.37	20.50	3.87	GM	A-2-4-(0)
C-2	12.00	40.76	27.50	13.26	GC	A-2-7 (3)
C-3	10.00	NP	NP	NP	GP	A-1-(0)
C-4	12.00	42.00	22.70	19.30	GC	A-7-6 (3)
C-5	12.00	42.00	22.70	19.30	GC	A-7-6 (3)
C-6	16.00	23.11	19.88	3.23	CL	A-6 (1)
C-7	12.00	40.60	25.00	15.60	CL	A-4-6 (10)
C-8	12.00	40.60	25.00	15.60	CL	A-4-6 (10)
C-9	12.00	39.82	21.25	18.57	CL	A-6 (13)
C-10	12.00	41.97	22.90	19.07	CL	A-6 (12)
C-11	10.00	41.80	25.00	16.80	CL	A-6 (8)
C-12	15.00	41.65	23.75	17.90	CL	A-6 (10)
C-13	8.00	23.11	19.26	3.85	ML	A-4 (0)
C-14	8.00	40.84	28.13	12.71	GC	A-2-7 (3)
C-15	12.00	24.80	21.39	3.41	ML	A-4 (1)
C-16	10.00	41.97	22.90	19.07	CL	A-6 (12)
C-17	12.00	39.82	21.88	17.94	CL	A-6 (14)
C-18	12.00	40.51	27.50	13.01	GC	A-2-7 (4)
C-19	14.00	23.27	19.43	3.84	CL	A-4 (1)
C-20	10.00	41.97	22.90	19.07	CL	A-6 (12)
C-21	8.00	24.31	20.68	3.63	GM	A-1-b (0)
C-22	8.00	24.25	20.32	3.93	GM	A-2-4 (0)
C-23	12.00	24.37	20.50	3.87	GM	A-4 (0)
C-24	12.00	39.82	21.25	18.57	CL	A-6 (13)
C-25	14.00	40.84	28.13	12.71	GC	A-2-7 (3)

Nota: Tomado de los estudios de mecánica de suelos del expediente técnico del PI N° 214450.

En cuanto al valor de soporte de la subrasante, a fin de determinarlo, se ha realizado el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) habiéndose obtenido los siguiente valores:

Tabla 15: Valor de soporte de la subrasante

Calicata	Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	Humedad óptima %	C.B.R.	
			100% MDS	95% MDS
C-1	1.687	7.10	14.20	7.00

Nota: Tomado de los estudios de mecánica de suelos del expediente técnico del PI N° 214450.

En cuanto al valor de soporte de la subbase, a fin de determinarlo, se ha realizado el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) habiéndose obtenido los siguientes valores para el material de la cantera Puchococha:

Tabla 16: Valor de soporte de la sub base

Calicata	Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	Humedad óptima %	C.B.R.	
			100% MDS	95% MDS
Sub base	2.161	24.37	76.80	55.00

#### 4.1.5. Diseño de la estructura de pavimento rígido

En función de la carga vehicular en ejes equivalentes proyectada y el valor de soporte de la subrasante, se ha realizado el diseño de la estructura del pavimento rígido, siguiendo la metodología empírica del AASHTO 1993, utilizándose como referencia, los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), habiéndose obtenido, los siguientes resultados:

## Diseño de la Estructura del Pavimento Rígido

### 1. DATOS GENERALES

**Proyecto de Inversión:**

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN TRAMO JR. JOSÉ PARDO – PSJE. SAN MARTIN, JR. JOSÉ PARDO Y JR. JOSÉ BALTA, PILCOMAYO DEL DISTRITO DE PILCOMAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE JUNÍN

**Código Único de Inversiones:**

2516828

**Elabora:**

GUERRA ROMANÍ, Joel Bruno

**Fecha:**

AGOSTO 2021

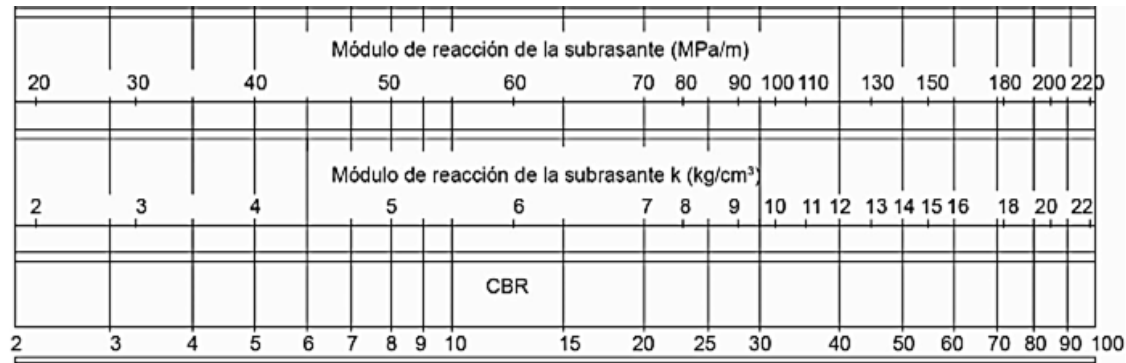
### 2. DATOS PARA EL DISEÑO

Periodo de diseño en años	20
Carga vehicular (Ejes equivalentes)	1,889,749.00
Tipo de tráfico según Manual MTC	Tp6
Coefficiente de serviciabilidad inicial (Po)	4.30
Coefficiente de serviciabilidad final (Pf)	2.50
Diferencia de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)	1.80
Desviación Estándar Normal (Zr):	-1.036
Desviación Estándar (So):	0.35

### 3. DATOS DE LA SUBRASANTE Y SUB BASE

CBR de diseño de la subrasante 7.00 %  
 CBR de diseño de la sub base 40.00 %

Obtención del módulo de reacción de la subrasante "K" 4.67 kg/cm<sup>3</sup>



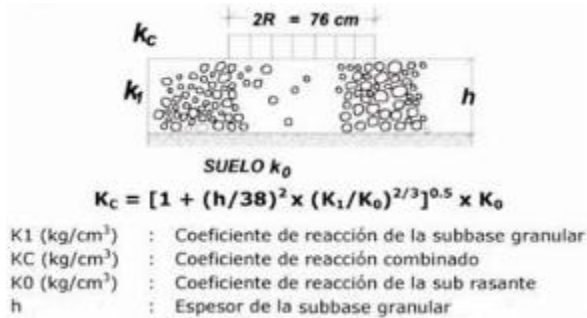
Espesor de la sub base propuesta 15.00 cm

Módulo de reacción combinado de la subrasante y sub base (Kc): K1 = 12.00 kg/cm<sup>3</sup>

K0 = 4.67 kg/cm<sup>3</sup>

h = 15.00 cm

Kc = 5.31 kg/cm<sup>3</sup>





$K_c = 53.10 \text{ MPa/m}$

#### 4. Datos del concreto

**Módulo de rotura del concreto (Norma CE.010: Pavimentos Urbanos)**

34 kg/cm<sup>2</sup>

483.48 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)

3.33 Mpa

**Resistencia a la compresión**

210 kg/cm<sup>2</sup>

2,986.20 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)

20.57 Mpa

**Módulo elástico del concreto "E"**

3,114,829.66 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)

21,461.18 Mpa

#### 5. Capacidad de drenaje de la sub base

**Coefficiente de drenaje "Cd"**

1.00

**6. Transferencia de cargas**

**Coefficiente de transmisión de carga "J"**

2.80

**7. Espesor propuesto de la losa de concreto hidráulico**

**Espesor "D" en cm**

23 cm

230 mm

**8. Desarrollo de la fórmula AASHTO 1993 para pavimentos rígidos**

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

6.28 = -0.36 7.30 -0.21 -0.16  
**6.28 ≤ 6.57 CUMPLE**

## 9. Estructura de diseño del pavimento rígido

1,889,749.00 Ejes equivalentes



Pavimento rígido  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

23.0 cm

Sub base granular CBR = 40%

15 cm

Subrasante compactada

Tal como podemos apreciar, para una carga vehicular de 1'889,749.00 ejes equivalentes (Tp6) y un valor de soporte de 7% de CBR para la subrasante, se ha obtenido una estructura de pavimento rígido de 23 cm de espesor de losa de concreto hidráulico con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y un Módulo de Rotura  $MR = 34 \text{ kg/cm}^2$ , colocada sobre una capa de sub base de 0.15m con un CBR mínimo de 40%.

Este es el resultado del diseño de pavimento rígido tradicional, considerando los valores estándar para el concreto y sub base.

#### 4.1.6. Optimización del diseño de la estructura de pavimento rígido

Tal como se indicó anteriormente, la fibra de polipropileno es un aditivo de reforzamiento que se le añade al concreto, mejorando así, la calidad de construcciones, teniéndose dentro de una de sus ventajas que, aumenta la resistencia a la flexión y compresión, en ese sentido, se han realizado en laboratorio los análisis correspondientes a la utilización de fibra de polipropileno de la marca TESICOL, la cual presenta las siguientes características:

Tabla 17: Características fibra de polipropileno Tesicol

DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
Nombre en el mercado	FIBRATEX			
Materia prima	Polipropileno 100% vírgen			
Uso principal	Construcción (concreto y mortero)			
Color	Natural			
Cantidad Despachada	Según solicitud del cliente			
Presentación	Según solicitud del cliente			
	VALOR	NORMA	MEDIDO	TOLERANCIA
Título	12.000 dn	ASTM D1907		+/- 5%

Fluidez	4gr/10mlm	ASTM D1238	+/- 5%
Fibrilado	Visual	Normal	N/A
Longitud del corte (pulg.)	3/4" - 1" - 1 1/2"	ASTM D1907	+/- 5%
Densidad	0.9 gr/cm3	ASTM D-1238	+/- 5%
Resistencia a la ruptura	48 kg/fza	ASTM D-2256-02	+/- 5%
Elongación a la ruptura	22%	ASTM D-2256-02	+/- 5%
Temperatura de descomposición	280 °C	ASTM D-648	+/- 5%
Temperatura de distorsión	110 °C	ASTM D-648	+/- 5%

Nota: Especificaciones técnicas Fibratex - Tescicol.



Figura 14: Fibratex - Tescicol.

En ese sentido, se ha realizado el diseño de mezclas correspondiente, utilizando la fibra de polipropileno Fibratex, así como Cemento Portland Tipo I de marca Andino, para un concreto con una resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , agua potable y agregados propios que fueron utilizados en obra.

A continuación podemos apreciar los resultados del diseño de mezcla respectivo:

<b>DISEÑO DE MEZCLA (<math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math>)</b>			
ASENTAMIENTO	:	6"	
FACTOR CEMENTO	:	8,6 bolsas	
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.599	
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.558	
PROPORCION EN PESO	:	1 : 2,48 : 2,29 / 25,44 L/bolsa de cemento	
PROPORCION EN VOLUMEN	:	1 : 2,82 : 2,38 / 25,44 L/bolsa de cemento	
<b><u>CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO (P.U.C. = 2394 kg/m3)</u></b>			
CEMENTO	:	376 kg	ANDINO TIPO I
AGUA	:	209 L	POTABLE
AGREGADO FINO	:	932 kg	ARENA GRUESA
AGREGADO GRUESO	:	861 kg	PIEDRA CHANCADA DE 1"
Fibra de Polipropileno	:	0.600 Kg	TESICOL S.A.
<b><u>CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO DEL CONCRETO: 2324 kg/m3)</u></b>			
CEMENTO	:	365 kg	ANDINO TIPO I
AGUA	:	203 L	POTABLE
AGREGADO FINO	:	905 kg	ARENA GRUESA
AGREGADO GRUESO	:	835 kg	PIEDRA CHANCADA DE 1"
Fibra de Polipropileno	:	0.600 Kg	TESICOL S.A.

Figura 15: Diseño de mezcla utilizando fibra de polipropileno.

Dentro de las características del concreto a ser utilizado para el diseño de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido, de acuerdo a la metodología del AASHTO 1993, se considera a la resistencia a la compresión, a la resistencia a la flexotracción expresada a través del módulo de rotura y el módulo de elasticidad, como las propiedades principales que debe de tener el concreto que soportará la carga vehicular.

Debido a esta razón, se han realizado ensayos para determinar el valor de resistencia a la compresión y la resistencia a la flexotracción del concreto utilizando fibra de polipropileno, a fin de optimizar los parámetros de diseño de la estructura del pavimento rígido.

Los resultados de los ensayos de laboratorio, podemos apreciarlos a continuación:

Tabla 18: Resultados ensayo a la compresión del concreto

Muestra	Identificación	Edad (días)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia	PROMEDIO f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Probeta M1 - f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	28.00	255.00	121.43 %	247.00
2	Probeta M2 - f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	28.00	239.00	113.81 %	

Nota: Ensayo compresión de probetas de concreto endurecido.

Como hemos podido apreciar, la resistencia a la compresión de diseño ( $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) ha sido superada a los 28 días, obteniéndose un valor de  $f'_c=247 \text{ kg/cm}^2$ , el cual es el valor promedio de 2 probetas, tal como lo indica la Norma E.060: Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones. Por lo tanto, el concreto aditivado con la fibra de polipropileno ha obtenido un valor de resistencia a la compresión, 17.62% mayor, al concreto sin utilizar fibra.

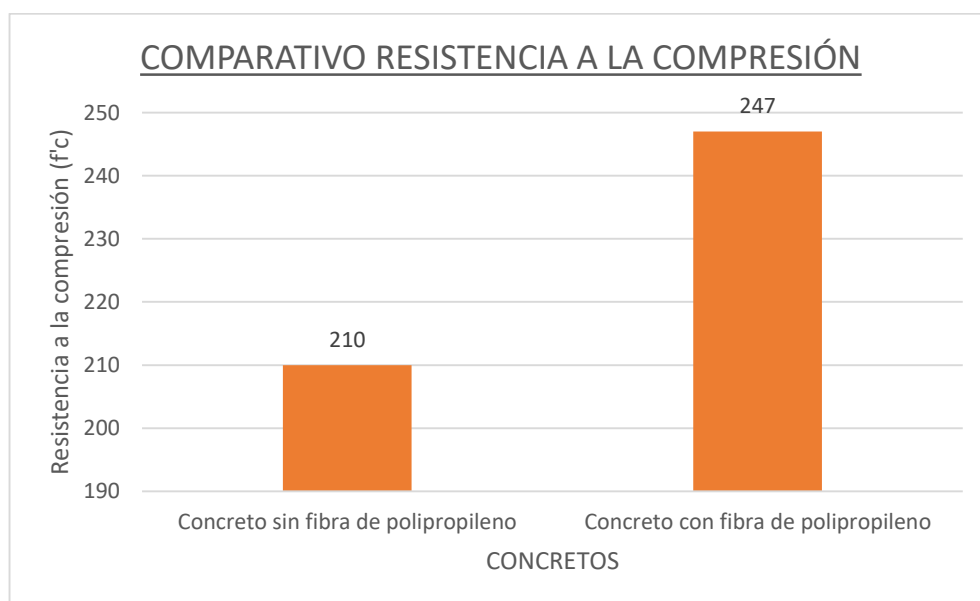


Gráfico 1: Comparativo de resistencia a la compresión

En cuanto a la resistencia a la flexotracción, se ha realizado el ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078, para vigas con una edad de 28 días.

Los resultados se muestran a continuación:

*Tabla 19:* Resultados ensayo a la flexotracción del concreto

Muestra	Identificación	Edad (días)	M.R. (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia	PROMEDIO M.R. (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Viga M1 - f'c=36.7 kg/cm <sup>2</sup>	28.00	36.85	100.41 %	37.48
2	Viga M2 - f'c=36.7 kg/cm <sup>2</sup>	28.00	38.10	103.81 %	

Nota: Ensayo flexotracción de vigas de concreto endurecido.

La resistencia a la flexotracción mínima para vías urbanas, establecida por la Norma CE.010: Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones es de M.R.=34 kg/cm<sup>2</sup>, como podemos apreciar, al utilizar el concreto aditivado con fibras de polipropileno, esta ha sido superada a los 28 días, obteniéndose un valor de módulo de rotura M.R.=37.48 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es el valor promedio de 2 probetas, tal como lo indica la Norma E.060: Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones. Por lo tanto, el concreto aditivado con la fibra de polipropileno ha obtenido un valor de resistencia a la flexotracción (módulo de rotura) 10.22% mayor, al concreto sin utilizar fibra.



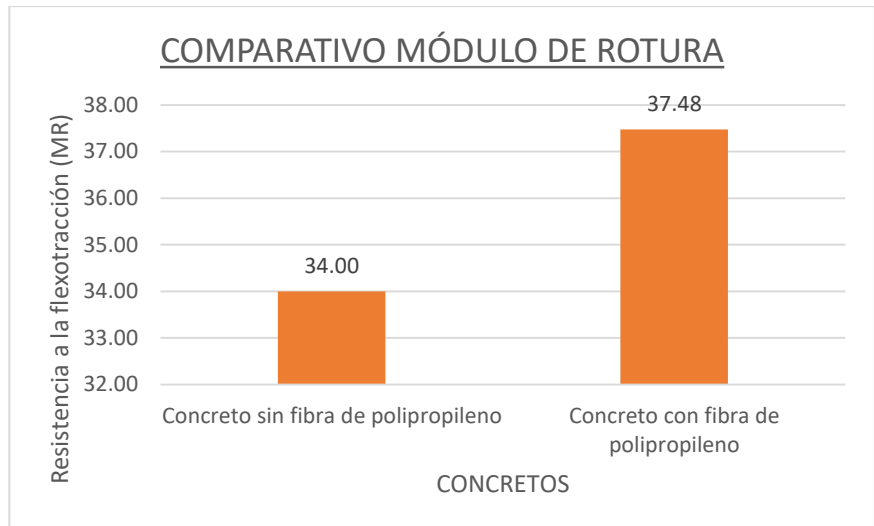


Gráfico 2: Comparativo de resistencia a la flexotracción

Con estos valores, así como los valores de CBR para la sub base a ser utilizado, se ha realizado un nuevo diseño del pavimento rígido, a fin de optimizar la estructura del pavimento, tal como se puede apreciar a continuación:

## Diseño de la Estructura del Pavimento Rígido con Fibra de Polipropileno

### 1. DATOS GENERALES

**Proyecto de Inversión:**

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN TRAMO JR. JOSÉ PARDO – PSJE. SAN MARTIN, JR. JOSÉ PARDO Y JR. JOSÉ BALTA, PILCOMAYO DEL DISTRITO DE PILCOMAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - DEPARTAMENTO DE JUNÍN

**Código Único de Inversiones:**

2516828

**Elabora:**

GUERRA ROMANÍ, Joel Bruno

**Fecha:**

AGOSTO 2021

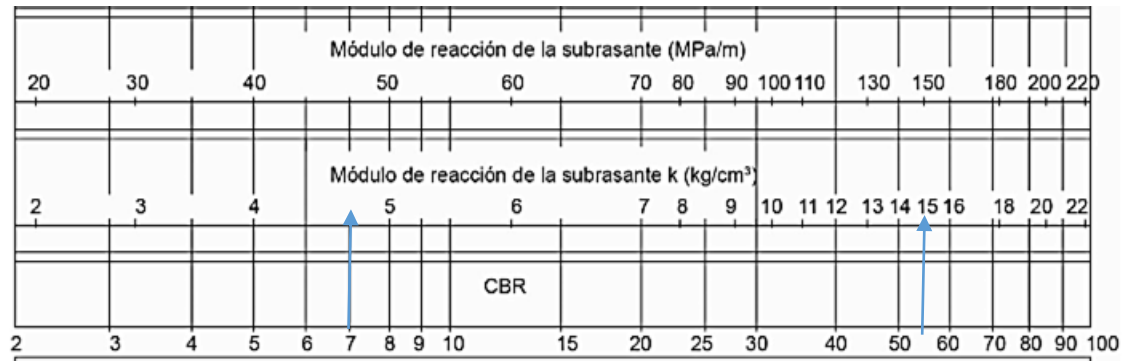
### 2. DATOS PARA EL DISEÑO

Periodo de diseño en años	20
Carga vehicular (Ejes equivalentes)	1,889,749.00
Tipo de tráfico según Manual MTC	Tp6
Coefficiente de serviciabilidad inicial (Po)	4.30
Coefficiente de serviciabilidad final (Pf)	2.50
Diferencia de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)	1.80
Desviación Estándar Normal (Zr):	-1.036
Desviación Estándar (So):	0.35

### 3. DATOS DE LA SUBRASANTE Y SUB BASE

CBR de diseño de la subrasante	7.00 %
CBR de diseño de la sub base	55.00 %

Obtención del módulo de reacción de la subrasante "K" 4.67 kg/cm<sup>3</sup>



Espesor de la sub base propuesta 15.00 cm

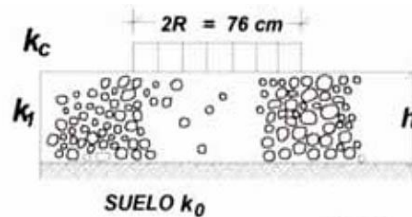
Módulo de reacción combinado de la subrasante y sub base (Kc):

**K1 = 15.00 kg/cm<sup>3</sup>**

K0 = 4.67 kg/cm<sup>3</sup>

h = 15.00 cm

Kc = 5.40 kg/cm<sup>3</sup>



$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- K1 (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la subbase granular
- Kc (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción combinado
- K0 (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la sub rasante
- h : Espesor de la subbase granular

$K_c = 54.00 \text{ MPa/m}$

#### 4. Datos del concreto

**Módulo de rotura del concreto (Norma CE.010: Pavimentos Urbano)**

**37.48 kg/cm**

532.97 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)

3.67 Mpa

**Resistencia a la compresión**

**247 kg/cm**

3,512.34 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)

24.20 Mpa

**Módulo elástico del concreto "E"**

**3,378,104.89 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)**

23,275.14 Mpa

#### 5. Capacidad de drenaje de la sub base

**Coefficiente de drenaje "Cd"**

1.00

**6. Transferencia de cargas**

**Coefficiente de transmisión de carga "J"**

2.80

**7. Espesor propuesto de la losa de concreto hidráulico**

**Espesor "D" en cm**

20 cm

200 mm

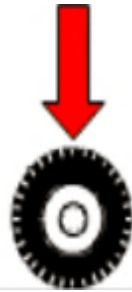
**8. Desarrollo de la fórmula AASHTO 1993 para pavimentos rígidos**

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

6.28 = -0.36 6.90 -0.19 0.00  
**6.28 ≤ 6.35 CUMPLE**

## 9. Estructura de diseño del pavimento rígido

1,889,749.00 Ejes equivalentes



Pavimento rígido  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  + Fibra de polipropileno

20 cm

Sub base granular CBR = 55%

15 cm

Subrasante compactada

Tal como podemos apreciar, utilizando el concreto más la fibra de polipropileno, para una carga vehicular de 1'889,749.00 ejes equivalentes (Tp6) y un valor de soporte de 7% de CBR para la subrasante, se ha obtenido una estructura de pavimento rígido de 20 cm de espesor de losa de concreto hidráulico con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  colocada sobre una capa de sub base de 0.15m, habiéndose obtenido un espesor menor al diseño de pavimento rígido sin fibra de polipropileno (E=23cm), lo cual representa un 13.04% menor al espesor de diseño.

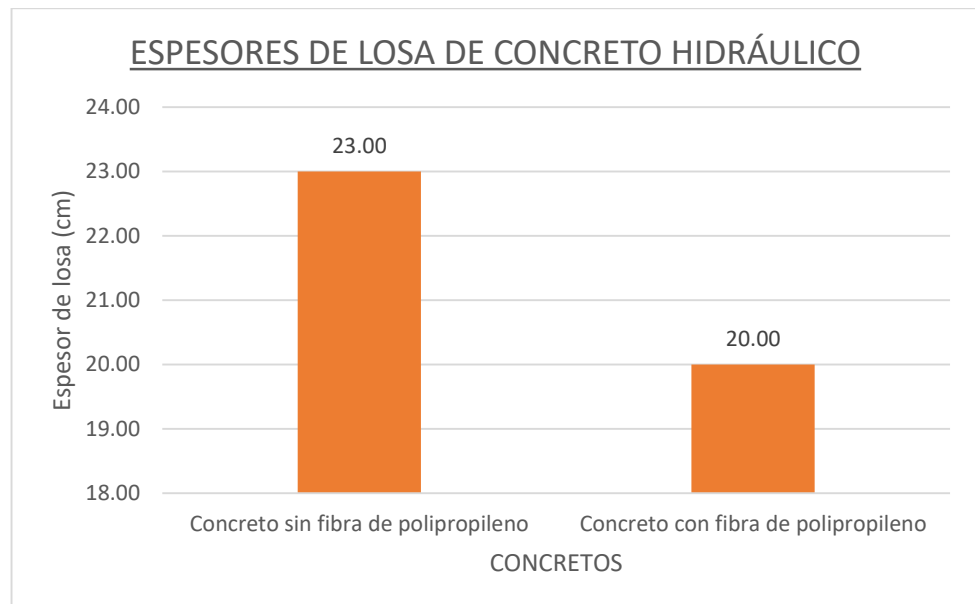


Gráfico 3: Comparativo de espesores de losa de concreto hidráulico

Realizando un análisis económico de este ahorro, se han elaborado los respectivos análisis de precios unitarios para el concreto con y sin fibra de polipropileno, como podemos apreciar a continuación:

Tabla 20: Análisis de precios unitarios sin fibra de polipropileno

PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 E=23 cm					
Partida	MO. 60.0000		EQ. 60.0000		Und: m2
<b>Rendimiento (m2/DIA)</b>					<b>78.38</b>
					Costo unitario directo por : m2
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	23.41	3.12
OFICIAL	hh	2.0000	0.2667	18.50	4.93
PEON	hh	2.0000	0.2667	16.73	4.46
					<b>12.51</b>
<b>Materiales</b>					
CONCRETO PREMEZCLADO	m3		0.2415	271.19	65.49
					<b>65.49</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.51	0.38
					<b>0.38</b>

\* APU realizado para la modalidad de administración indirecta (por contrata).

Tabla 21: Análisis de precios unitarios con fibra de polipropileno

PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 E=20 cm (INC. FIBRA DE POLIPROPILENO)					
Partida	MO. 60.0000		EQ. 60.0000		Und: m2
<b>Rendimiento (m2/DIA)</b>					<b>72.51</b>
					Costo unitario directo por : m2
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	23.41	3.12
OFICIAL	hh	2.0000	0.2667	18.50	4.93
PEON	hh	2.0000	0.2667	16.73	4.46
					<b>12.51</b>
<b>Materiales</b>					
CONCRETO PREMEZCLADO	m3		0.2100	271.19	56.95
FIBRA POLIPROPILENO	kg		0.1260	21.19	2.67
					<b>59.62</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.51	0.38
					<b>0.38</b>

\* APU realizado para la modalidad de administración indirecta (por contrata).



Considerando los metrados respectivos, así como los precios unitarios calculados anteriormente, tenemos lo siguiente:

Tabla 22: Presupuesto con y sin fibra de polipropileno

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	P.U.	Sub Total (S/)
02.02.02.02	PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> E=23 cm	m <sup>2</sup>	41,716.41	78.38	3,269,536.15
02.02.02.02	PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> E=20 cm (INC. FIBRA DE POLIPROPILENO)	m <sup>2</sup>	41,716.41	72.51	3,024,660.82
<b>DIFERENCIA S/</b>					<b>244,875.33</b>

Como se ha podido apreciar, la utilización de la fibra de polipropileno ha originado un ahorro de S/ 244,875.33 (Doscientos cuarenta y cuatro mil ochocientos setenta y cinco con 33/100 Soles), lo que representa un 7.50% menor, al utilizar el concreto con la fibra de polipropileno.

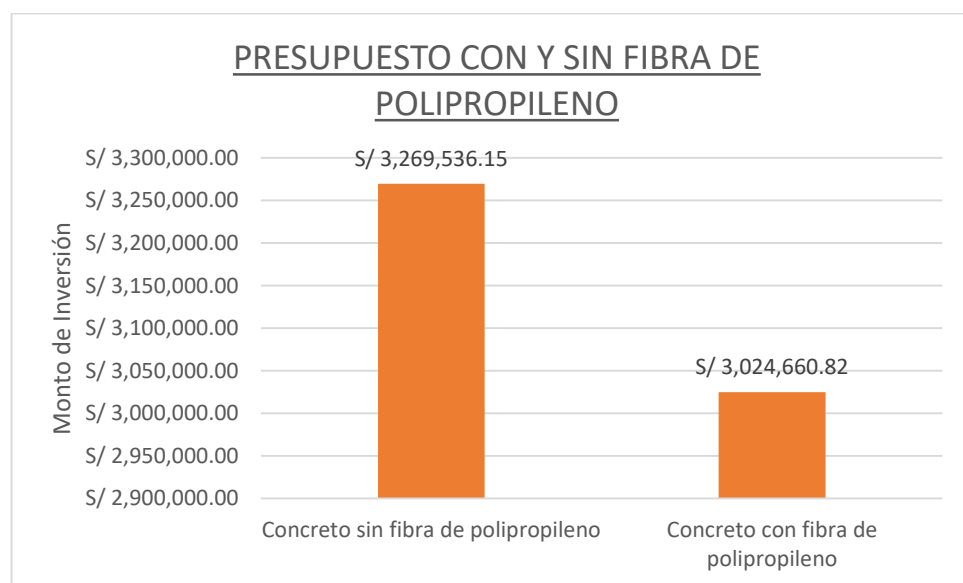


Gráfico 4: Presupuesto con y sin fibra de polipropileno

Por lo tanto, existe un beneficio al utilizar concreto con fibra de polipropileno, ya que se mejoran los valores de resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción y módulo de elasticidad, por lo cual, es posible reducir el espesor de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido, obteniéndose la misma calidad pero en un espesor menor, por lo que, también podemos ahorrar en la cantidad de Cemento Portland Tipo I, brindándole un valor agregado a nuestro concreto.

#### **4.2. Discusión de resultados**

##### **Evaluar el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos de vías urbanas.**

La utilización de fibras de polipropileno en el concreto hidráulico de pavimentos rígidos propios de vías urbanas genera resultados positivos en cuanto al incremento de la resistencia a la compresión del concreto, el cual, de acuerdo a los ensayos de laboratorio realizados a muestras de concreto con la adhesión de fibra de polipropileno “Fibratex” marca Tescicol, la cual fue añadida en una proporción de 0.60 kg por metro cúbico de concreto, habiéndose generado un valor de resistencia a la compresión 17.62% mayor al concreto sin utilizar fibra, asimismo, en cuanto a la resistencia a la flexotracción, expresada a través del módulo de rotura, al utilizar fibras de polipropileno, realizado el ensayo correspondiente, se incrementa en un 10.22% la resistencia a la flexotracción, así como, al utilizar fibras de polipropileno, se han realizado los cálculos correspondientes al módulo elástico de concreto, el cual se incrementa en un 8.45%.

En ese sentido, tal como indica Carhuampoma (2018): “La adición de las fibras de polipropileno al diseño de concreto de resistencia a la compresión  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, dan un incremento significativo en dicha propiedad mecánica, a la vez eleva el Módulo de Elasticidad, Modulo de Corte y la Resistencia del Concreto a Tracción por Flexión, que están proporcionalmente ligadas, a la resistencia a la compresión”, por lo tanto, se concuerda en el hecho de que la resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción y el módulo de elasticidad sufren un incremento, como lo han demostrado los ensayos de laboratorio.

Asimismo, estos valores reales del concreto, han sido aplicados para realizar una optimización del diseño de pavimento rígido, habiéndose obtenido, mediante la utilización de fibra de polipropileno en el concreto un espesor menor, sin la utilización de la fibra de polipropileno es espesor de diseño de la losa de concreto hidráulico fue de 23 cm, con la utilización de la fibra de polipropileno, el espesor se redujo a 20 cm, para la misma resistencia a la compresión con  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, habiéndose obtenido un ahorro del 13.04% de espesor de losa, por lo tanto un ahorro en el uso del Cemento Portland Tipo I.

En cuanto a costos de ejecución para la partida PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, mediante la utilización de la fibra de polipropileno se ha logrado un ahorro de 7.50%.

Por lo tanto, se ha evaluado el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en el concreto de los pavimentos rígidos para vías urbanas, genera el incremento de los valores de las propiedades mecánicas del concreto (resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción y módulo de elasticidad), permitiendo generar espesores menores de la losa de concreto para los requisitos de carga

vehicular y valor de soporte de la subrasante, reduciéndose la cantidad de Cemento Portland Tipo I, así como, generándose ahorro en los costos de inversión.

**Analizar el resultado que produce la utilización de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión.**

Carbajal y Portocarrero (2020), señalan que: “La resistencia a la compresión del concreto con el uso de fibras de polipropileno aumentan con respecto a la resistencia esperada, incrementándose el valor de compresión de concreto hasta en un 20% a los 28 días”, en ese sentido, para el presente informe técnico se ha realizado el ensayo de rotura de probetas a la compresión, para un concreto con un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adhesión de fibra de polipropileno “Fibratex” marca Tesicol, la cual fue añadida en una proporción de 0.60 kg por metro cúbico de concreto, a fin de calcular el resultado que produce la utilización de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión, en ese sentido, la resistencia a la compresión de diseño ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) ha sido superada a los 28 días, por el concreto con la adición de la fibra de polipropileno, obteniéndose un valor de  $f'c=247$  kg/cm<sup>2</sup>, el cual es el valor promedio de 2 probetas, tal como lo indica la Norma E.060: Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, este concreto con fibra de polipropileno ha obtenido un valor de resistencia a la compresión, 17.62% mayor al concreto sin utilizar fibra. Por lo tanto se puede comprobar que la adición de fibra de polipropileno incrementa los valores de resistencia a la compresión del concreto.

A fin de considerar esta mejora en el pavimento rígido, se ha considerado este valor de resistencia a la compresión en el diseño de la estructura del pavimento rígido,

a continuación podemos apreciar los valores de  $f'c$  considerados con y sin fibra de polipropileno:

<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>210 kg/cm</b>
<b>Sin fibra de polipropileno</b>	2,986.20 psi (lb/pulg <sup>2</sup> ) 20.57 Mpa
<b>Resistencia a la compresión</b>	<b>247 kg/cm</b>
<b>Con fibra de polipropileno</b>	3,512.34 psi (lb/pulg <sup>2</sup> ) 24.20 Mpa

Por lo tanto, al analizar el resultado que produce la utilización de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión, podemos indicar que produce un incremento del 17.62%, lo cual, tiene incidencia en el espesor de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido, reduciéndose en un 13.04%.

### **Estimar el resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en la resistencia a la flexotracción.**

Carhuapoma (2018) señala que: “La adición de las fibras de polipropileno al diseño de concreto eleva el Módulo de Corte y la Resistencia del Concreto a Tracción por Flexión”, asimismo Vega (2019) manifiesta que: “De acuerdo a los resultados de módulo de rotura, se puede inferir que las fibras tienen un significativo aporte ante esfuerzos de tensión, debido a que éstas le restan fragilidad al concreto mediante el efecto costura que ellas proporcionan en el momento de aparecer fisuramiento, pues brindan la posibilidad de seguir trabajando adecuadamente”, en ese sentido a fin de verificar este efecto, se ha realizado el ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios a una viga con concreto

adicionado con fibras de polipropileno “Fibratex” marca Tesicol, la cual fue añadida en una proporción de 0.60 kg por metro cúbico de concreto, el ensayo se realizó a una edad de 28 días, se ha obtenido el valor promedio de dos probetas ensayadas, habiéndose logrado un módulo de rotura de 37.48 kg/cm<sup>2</sup>, el valor mínimo de módulo de rotura establecido por la Norma E.060: Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones en la Tabla 30 para pavimentos rígidos es de M.R.=34 kg/cm<sup>2</sup>, el cual, como se puede apreciar ha sido superado. Este módulo de rotura, expresa la resistencia que ofrece la losa de concreto hidráulico ante sollicitaciones de flexotracción, siendo esta losa del pavimento rígido considerada como una estructura de concreto simple, en la cual este esfuerzo será resistido por el mismo concreto.

A fin de considerar esta mejora en el pavimento rígido, se ha considerado este valor de resistencia a la flexotracción en el diseño de la estructura del pavimento rígido, a continuación podemos apreciar los valores de M.R. considerados con y sin fibra de polipropileno:

<b>Módulo de rotura del concreto (Norma CE.010: Pavimentos Urbano)</b>	<b>34 kg/cm</b>
<b>Sin fibra de polipropileno</b>	483.48 psi (lb/pulg <sup>2</sup> ) 3.33 Mpa
<b>Módulo de rotura del concreto (Ensayo real)</b>	<b>37.48 kg/cm</b>
<b>Con fibra de polipropileno</b>	532.97 psi (lb/pulg <sup>2</sup> ) 3.67 Mpa

Por lo tanto, se ha estimado que el resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en la resistencia a la flexotracción, es su incremento en un 10.22%,

lo cual, tiene incidencia directa en el espesor de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido, reduciéndose en un 13.04%.

**Precisar el resultado se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en el módulo elástico del concreto.**

Tal como señala Carhuapoma (2018): “La adición de las fibras de polipropileno al diseño de concreto de resistencia a la compresión dan un incremento significativo en dicha propiedad mecánica, a la vez eleva el Módulo de Elasticidad, Modulo de Corte y la Resistencia del Concreto a Tracción por Flexión”, en ese sentido, para el presente informe técnico se ha realizado el cálculo del módulo elástico de concreto, en función de la ecuación dada por el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos (2014) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que utiliza la correlación dada por el ACI, la cual es la siguiente:

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}$$

Considerándose a la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) en PSI, en ese sentido, se han utilizado los resultados de laboratorio para un concreto con un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con la adhesión de fibra de polipropileno “Fibratex” marca Tesicol, la cual fue añadida en una proporción de 0.60 kg por metro cúbico de concreto, a fin de calcular el resultado que produce la utilización de fibras de polipropileno en el módulo elástico del concreto, para un valor de  $f'c=247 \text{ kg/cm}^2$ , el cual es el valor promedio de 2 probetas, tal como lo indica la Norma E.060: Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones.

A fin de considerar esta mejora en el pavimento rígido, se ha considerado este valor de módulo de elasticidad (E), en el diseño de la estructura del pavimento rígido,

a continuación podemos apreciar los valores considerados con y sin fibra de polipropileno:

<b>Módulo elástico del concreto "E"</b>	<b>3,114,829.66 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)</b>
<b>Sin fibra de polipropileno</b>	21,461.18 Mpa
<b>Módulo elástico del concreto "E"</b>	<b>3,378,104.89 psi (lb/pulg<sup>2</sup>)</b>
<b>Con fibra de polipropileno</b>	23,275.14 Mpa

Como podemos apreciar, el valor del módulo elástico del concreto (E), se ha incrementado, al utilizar concreto con fibra de polipropileno de 21,461.18 Mpa a 23,275.14 Mpa, es decir, ha aumentado el valor en 8.45%.

Por lo tanto, podemos precisar que, el resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en el módulo elástico del concreto, es su incremento en un 8.45%, lo cual, tiene incidencia directa en el espesor de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido, reduciéndose en un 13.04%.



## CONCLUSIONES

1. Al evaluar el resultado de la utilización de fibras de polipropileno en el concreto de pavimentos rígidos para vías urbanas, se concluye que genera un incremento de los valores de las propiedades mecánicas del concreto (resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción y módulo de elasticidad), permitiendo generar espesores menores de la losa de concreto que cumplan las solicitaciones de carga vehicular y valor de soporte de la subrasante, reduciéndose la cantidad de Cemento Portland Tipo I, así como, generándose ahorro en los costos de inversión.
2. El resultado que produce la utilización de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión es su incremento, hasta en un 17.62% frente al concreto sin la utilización de fibras de polipropileno. Este valor permite reducir el espesor de diseño de la losa de pavimento rígido.
3. En cuanto al resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en la resistencia a la flexotracción, es el incremento de su valor, hasta en un 10.22%, lo cual, tiene incidencia directa en el espesor de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido, permitiendo su reducción.
4. Asimismo, se precisa que el resultado que se obtiene al utilizar fibras de polipropileno en el módulo elástico del concreto, es su incremento hasta en un 8.45%, lo cual, tiene incidencia directa en el espesor de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido, de acuerdo a la metodología AASHTO 1993.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de fibras de polipropileno en el concreto de pavimentos rígidos para vías urbanas, ya que mejoran los valores de las propiedades mecánicas del concreto, permitiendo cumplir las solicitaciones de carga vehicular y valor de soporte de la subrasante.
2. A fin de reducir los espesores de la losa de concreto hidráulico, se recomienda la adhesión de fibras de polipropileno en el concreto, ya que al incrementarse los valores de resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción y módulo de elasticidad, se tiene una incidencia directa en el diseño del espesor, de acuerdo a la metodología de diseño AASHTO 1993.
3. Se recomienda a los bachilleres en ingeniería civil, realizar más investigaciones considerando otros tipos de fibras o aditivos al concreto, que permitan reducir la cantidad de Cemento Portland Tipo I, pero permitiendo cumplir la calidad requerida.
4. Es pertinente, recomendar a la Universidad Peruana Los Andes, remitir la presente investigación al Colegio de Ingenieros de Junín, para que tomen en consideración los resultados obtenidos, y así mejoren la calidad de las obras que se realicen en el futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### BIBLIOGRÁFICAS

CARBAJAL, K. y PORTOCARRERO, G. Estudio Comparativo De La Fisuración Del Concreto Por Retracción Plástica Con Aditivos Incorporadores De Aire vs. Fibras De Polipropileno. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2020. 41 pp. [fecha de consulta: 29 de julio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11419/ICpoesgk%26cadakm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARHUAPOMA, W. Efecto De Las Fibras De Polipropileno Para Concretos De Resistencias A La Compresión De 210 Kg/Cm<sup>2</sup> Y 280 Kg/Cm<sup>2</sup>, Elaborados Con Agregados De La Cantera De Cochamarca – Pasco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018. 151 pp. [fecha de consulta: 02 de agosto de 2021]. Disponible en: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/332/1/T026\\_46108687\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/332/1/T026_46108687_T.pdf)

CASTRO, J. Las Fibras De Vidrio, Acero Y Polipropileno En Forma De Hilachas, Aplicadas Como Fibras De Refuerzo En La Elaboración De Morteros De Cemento. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2016. 102 pp. [fecha de consulta: 29 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23307/1/Tesis%201019%20-%20Castro%20Aguirre%20Julio%20C%20A9sar.pdf>

CORNELIO, J. y CUNIA C. Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. 89 pp. [fecha de consulta: 04 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51737>

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. 4.<sup>a</sup> ed. México: Mc Graw Hill Interamericana, 2006. 849 pp. ISBN: 978-970-10-5753-7.

MESTANZA, J. Análisis Comparativo De La Resistencia A Compresión Del Concreto Con Adición De Fibras De Polipropileno Sometido A Ambientes Severos: Altas, Bajas Temperaturas Y Ambientes Salinos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2016. 98 pp. [fecha de consulta: 30 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24053/1/Tesis%201053%20-%20Mestanza%20Orellana%20J%C3%A9ssica%20Beatr%C3%ADz.pdf>

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

MENÉNDEZ, J. *Ingeniería de pavimentos I*. 5.<sup>a</sup> ed. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016. 328 pp. ISBN: 978-612-4280-15-3.

MENÉNDEZ, J. *Ingeniería de pavimentos 2*. 1.<sup>a</sup> ed. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016. 311 pp. ISBN: 978-612-4280-16-0.

MENÉNDEZ, J. *Ingeniería de pavimentos 3*. 2.<sup>a</sup> ed. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016. 156 pp. ISBN: 978-612-4280-17-7.

MONTEJO, A. *Ingeniería de pavimento*. 3.<sup>a</sup> ed. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A., 2006. 495 pp. ISBN: 958-97840-0-3.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Pavimentos urbanos. CE.010: 2010. Lima: MVCS, 2010. 79 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Suelos y Pavimentos. MTC/14: 2014. Lima: MTC, 2014. 305 pp.

VEGA, L. Aporte De Las Fibras Sintéticas Y Metálicas En El Módulo De Rotura Del Concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Nacional Nueva Granada, 2019. 90 pp. [fecha de consulta: 02 de agosto de 2021]. Disponible en: [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32630/VegaMesaLeidyMarcela2019\\_Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32630/VegaMesaLeidyMarcela2019_Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## **REVISTAS**

ARMAS, C., Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. Ciencia, Tecnología e Innovación [en línea].

Setiembre, 2016, 3(2), 79-91 [fecha de consulta: 09 de agosto de 2021]. ISSN: 2313-1926. Disponible en:

<http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/436/425>

CASTRO, M., SOVERO A. y SIMONE K., Resistencia a la compresión axial simple de bloques huecos de concreto elaborados con fibras de polipropileno. Revista de investigación Yachay [en línea]. Enero-diciembre, 2018, 7(1), 389-395 [fecha de consulta: 10 de agosto de 2021]. ISSN: 2412-2963. Disponible en: <https://revistas.uandina.edu.pe/index.php/Yachay/article/view/89/87>

JAVIER, C., AIRE C. y DÁVILA, P. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. Redalyc.org [en línea]. Junio, 2011, 2(2), 35-45 [fecha de consulta: 10 de agosto de 2021]. ISSN: 2007-3011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3612/361233548003.pdf>

## **PÁGINAS WEB**

CTRES. Usos de la Fibra de Polipropileno. 2021 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.ctres.mx/blog/usos-de-la-fibra-de-polipropileno/>

SIKA. Sikafiber. 2021 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://ecu.sika.com/es/construccion/concreto/fibras-para-concreto/sikafiber.html>

TESICOL tejidos sintéticos de Colommbia. Fibratex. 2021 [fecha de consulta: 11 de

agosto de 2021]. Disponible en:

<https://www.tesicol.com.co/productos/fibratex/fibratex>

TEXDELTA. El blog de texdelta. 2021 [fecha de consulta: 12 de agosto de 2021].

Disponible en: <https://texdelta.com/blog/aplicaciones-y-ventajas-del-uso-de-fibras-de-polipropileno/>

ZADITIVOS. Aditivos para el concreto. 2021 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2021].

Disponible en: <https://www.zaditivos.com.pe/fibras-para-concreto/>

## **ANEXOS**



## **Anexo 01 – Diseño de mezcla**



**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0213- 0048 -/H/LEM**

Peticionario	:	Municipalidad Provincial de Jauja
Obrn	:	Mejoramiento de la Av. Hatun Xauxa - Ricardo Palma - En Jauja Metropolitana - Jauja
Fecha de Recepcion	:	3 de Mayo de 2018
Fecha de emision	:	5 de Marzo de 2018

**DISEÑO DE MEZCLA (f'c = 210 kg/cm2)**

**CEMENTO** : ANDINO TIPO I  
Peso específico : 3,15

**AGREGADO FINO  
ARENA GRUESA**

Peso específico de masa : 2,52  
Peso específico de masa S.S.S. : 2,56  
Peso específico de aparente : 2,62  
Peso unitario suelto : 2753 Kg/m3  
Peso unitario compactado : 3215 Kg/m3

**AGREGADO GRUESO  
PIEDRA CHANCADA**

Peso específico de masa : 2,61  
Peso específico de masa S.S.S. : 2,64  
Peso específico de aparente : 2,68  
Peso unitario suelto : 2906 Kg/m3  
Peso unitario compactado : 2744 Kg/m3

**GRANULOMETRIA**

Malla	% Retenido	Malla	% Retenido
3/8"	0,0	2"	0,0
Nº4	3,8	1 1/2"	0,0
Nº8	26,4	1"	0,2
Nº16	22,4	3/4"	25,7
Nº30	18,7	1/2"	43,2
Nº50	14,5	3/8"	14,7
Nº100	9,2	Nº4	15,4
FONDO	5,0	FONDO	0,7

Modulo de fineza	:	6,792	Tamaño Maximo Nominal	:	1" pulgada
Absorcion	:	1,461	Absorcion	:	0,908
Humedad	:	1,810	Humedad	:	0,397

*[Signature]*  
 Tico. **Esteban**  
 INGENIERO EN PAVIMENTOS  
 CONSULTOR EN PAVIMENTOS  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC

LEM:

*[Signature]*  
 INGENIERO EN PAVIMENTOS  
 CONSULTOR EN PAVIMENTOS  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
 Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / consultecr@gmail.com



**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



**Obras Civiles**

- + Elaboración de Proyectos
- + Ejecución y Supervisión de Obras
- + Estudio de Mecánica de Suelo
- + Alquiler de Equipos de Construcción

Vienen...!!!

**INFORME N° 0214 - 0048 - /HRLEM**

Peticionario	:	Municipalidad Provincial de Jauja
Obra	:	Mejoramiento de la Av. Hatun Xauxa - Ricardo Palma - En Jauja Metropolitana - Jauja
Fecha de Recepción	:	3 de Mayo de 2018
Fecha de emisión	:	5 de Marzo de 2018

**DISEÑO DE MEZCLA ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )**

ASENTAMIENTO	:	6"
FACTOR CEMENTO	:	8,6 bolsas
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0,599
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0,558
PROPORCIÓN EN PESO	:	1 : 2,48 : 2,29 / 25,44 L/bolsa de cemento
PROPORCIÓN EN VOLUMEN	:	1 : 2,82 : 2,38 / 25,44 L/bolsa de cemento

**CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO (P.U.C. = 2394 kg/m<sup>3</sup>)**

CEMENTO	:	376 kg	ANDINO TIPO I
AGUA	:	209 L	POTABLE
AGREGADO FINO	:	932 kg	ARENA GRUESA
AGREGADO GRUESO	:	861 kg	PIEDRA CHANCADA DE 1"
Fibra de Polipropileno	:	0.600 Kg	TESICOL S.A.

**CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO,  
UNITARIO DEL CONCRETO: 2324 kg/m<sup>3</sup>)**

CEMENTO	:	365 kg	ANDINO TIPO I
AGUA	:	203 L	POTABLE
AGREGADO FINO	:	905 kg	ARENA GRUESA
AGREGADO GRUESO	:	835 kg	PIEDRA CHANCADA DE 1"
Fibra de Polipropileno	:	0.600 Kg	TESICOL S.A.

\*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

Teófilo Martínez Esteban  
INGENIERO EN CONCRETO Y ASFALTO  
N° 14-2017-CONSULTEC HR SAC

Juan Carlos López  
INGENIERO EN OBRAS CIVILES  
N° 2047

LEM:

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultechn@gmail.com](mailto:consultechn@gmail.com)



**INFORME N° 0215 - 0048 - /HRLEM**

Peticionario	:	Municipalidad Provincial de Jauja
Obra	:	Mejoramiento de la Av. Hatun Xauxa - Ricardo Palma - En Jauja Metropolitana - Jauja
Fecha de Recepcion	:	3 de Mayo de 2018
Fecha de emision	:	5 de Marzo de 2018

**ENSAYO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO - ASTM C128-88**

**I. DATOS**

1	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua	1232.1
2	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon	927.7
3	Peso del agua ( W = 1-2 )	304.4
4	Peso de la arena secada al horno + peso del balon	920.5
5	Peso del balon	427.7
6	Peso de la arena secada al horno ( A = 4-5 )	492.8
7	Volumen del balon V =	500.0

**II. RESULTADOS**

1	PESO ESPECIFICO DE MASA [ P.E.M. = $A / (V - W)$ ]	2.519
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [ P.E.M.S.S.S. = $500 / (V - W)$ ]	2.556
3	PESO ESPECIFICO APARENTE [ P.E.A. = $A / (V - W) - (500 - A)$ ]	2.616
4	PORCENTAJE DE ABSORCION [ $(500 - A) / A * 100$ ]	1.461

\*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004- 1993)

  
Tec. Engr. Esteban  
CONSULTEC HR SAC

  
Ing. Cesar  
CONSULTEC HR SAC

LEM:



- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0216 - 0040 - /HRL/EM**

Peticionario	:	Municipalidad Provincial de Jauja
Obra	:	Mejoramiento de la Av. Hatun Xauxa - Ricardo Palma - En Jauja Metropolitana - Jauja
Fecha de Recepción	:	3 de Mayo de 2018
Fecha de emisión	:	5 de Marzo de 2018

**ENSAYO: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO - ASTM C127-88**

**I. DATOS**

1	Peso de la muestra secada al horno ( A )	2973.0
2	Peso de la muestra saturada con superficie seca ( B )	3000.0
3	Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	2848.0
4	Peso de la canastilla	985.0
5	Peso de la muestra saturada dentro del agua ( C )	1863.0

**II. RESULTADOS**

1	PESO ESPECIFICO DE MASA [ P.E.M. = A / ( B - C ) ]	2.615
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [ P.E.M.S.S. = B / ( B - C ) ]	2.639
3	PESO ESPECIFICO APARENTE [ P.E.A. = A / ( A - C ) ]	2.678
4	PORCENTAJE DE ABSORCION [ ( B - A ) / A * 100 ]	0.908

\*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

  
Teo. Raúl Martínez Esteban  
DIRECTO Y ASISTENTE  
CONSULTEC HR SAC

  
LEM:  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 172047





- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0210-0010 -/H/LEM**

Peticionario	: Municipalidad Provincial de Jauja
Obra	: Mejoramiento de la Av. Hatun Xauxa - Ricardo Palma - En Jauja Metropolitana - Jauja
Fecha de Recepcion	: 3 de Mayo de 2018
Fecha de emision	: 5 de Marzo de 2018

**ENSAYO : PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (NORMA ASTM C29/29M)**

**I. PESO APARENTE SUELTO**

PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJAS (kg)	12.062	12.103	12.176
PESO DE LA VASIJAS (kg)	3.048	3.048	3.048
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	8.414	8.545	8.528
CONSTANTE	330	330	330
PESO APARENTE SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	2777	2820	2814

**II. PESO APARENTE COMPACTADO**

PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJAS (kg)	13.521	13.613	13.572
PESO DE LA VASIJAS (kg)	3.048	3.048	3.048
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	9.873	9.965	9.924
CONSTANTE	330	330	330
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	3250	3268	3275

**3.- ENSAYO : C.H. DEL AGREGADO GRUESO (NORMA C-566)**

PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr)	85.71
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	84.40
TARA	15.41
CONTENIDO DE AGUA (gr)	1.26
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.61

PESO UNITARIO SUELTO SECO	2753 kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	3215 kg/m <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.610 %

\*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOP: GP:004: 1993)

*Tec. Raúl Morales Esteban*  
N° 3 ELLOS CONCRETO Y ASFALTO  
INGENIERO CIVIL CONSULTOR

LEM:

*Ing. SUSANAR LOPEZ*  
INGENIERO CIVIL  
DIP. 172047



**INFORME N° 0219 - 0048 - /HR/LEM**

Peticionario	:	Municipalidad Provincial de Jauja
Obra	:	Mejoramiento de la Av. Hatun Xauxa - Ricardo Palma - En Jauja Metropolitana - Jauja
Fecha de Recepción	:	3 de Mayo de 2018
Fecha de emisión	:	5 de Marzo de 2018

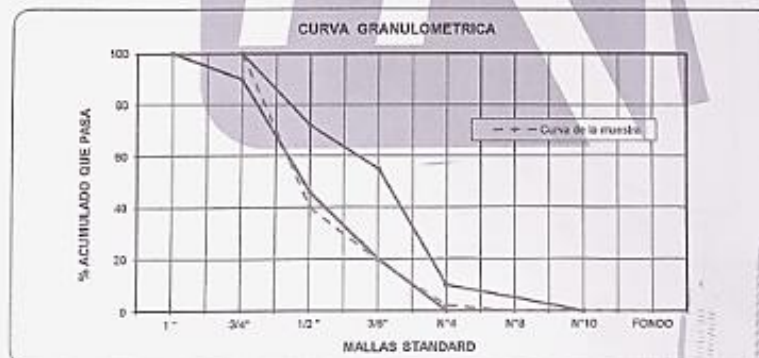
**GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (NORMA C-136)**

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENID O ACUMULAD O	%ACUMUL QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1"	25.4	0.22	0.22	99.78	100	100
3/4"	2939.90	25.71	25.93	74.07	90	100
1/2"	4945.40	43.25	69.18	30.82	46	72
3/8"	1677.50	14.67	83.85	16.15	20	55
Nº4	1764.90	15.43	99.28	0.72	0	10
FONDO	82.00	0.72	100.00	0.00		
TOTAL	11435.1					

FUENTE ASTM C33

MODULO DE FINURA M.F. = **7.09**  
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL T.M.N. = **1"**

T.M.N. La malla que produce el primer retenido.



NOTA : LOS AGREGADOS NO CUMPLEN CON LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LA NTP 400.037

\*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

*Tec. Raúl Martínez Esteban*  
INGENIERO EN CONCRETO Y ASFALTO  
INGENIERO CONSULTEC HR SAC

LEM:

*José María Salsabár López*  
INGENIERO CIVIL  
C/09 172047





**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

INFORME N° 0220 - 0048 - /H/LEM

Peticionario	:	Municipalidad Provincial de Jauja
Obra	:	Mejoramiento de la Av. Hatun Xauxa - Ricardo Palma - En Jauja Metropolitana - Jauja
Fecha de Recepcion	:	3 de Mayo de 2018
Fecha de emision	:	5 de Marzo de 2018

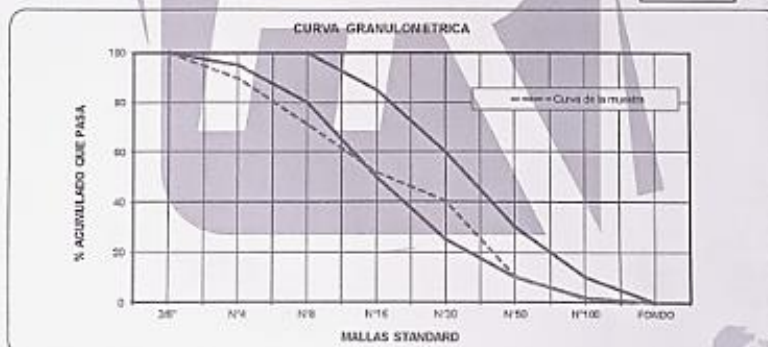
**GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (NORMA C-136)**

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO ASTM C-33	
					inf.	Sup.
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100	100
N°4	28.00	3.79	3.79	96.21	95	100
N°8	104.80	26.37	30.16	69.84	80	100
N°16	165.80	22.44	52.60	47.40	50	85
N°30	138.00	18.88	71.28	28.72	25	60
N°50	107.20	14.51	85.79	14.21	10	30
N°100	67.90	9.18	94.98	5.02	2	10
FONDO	37.10	5.02	100.00	0.00	0	0
TOTAL	738.80					

MODULO DE FINURA

M.F. =

3.39



NOTA : LOS AGREGADOS NO CUMPLEN CON LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LA NTP 400.037

\*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

*Teo. Raúl Espinosa Esteban*  
INGENIERO EN INGENIERIA PASAPALCO  
CONSULTEC HR SAC

LEM:

*[Firma]*  
INGENIERO CIVIL  
172047

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultehr@gmail.com](mailto:consultehr@gmail.com)

## **Anexo 02: Especificaciones técnicas de la fibra de polipropileno**

LAB&INV/ N° 103-18/I&D  
San Juan de Miraflores, 27 de Febrero del 2018

Referencia : **Especificaciones técnicas del concreto premezclado**  
Solicitante : **Ing. Walter Cajas**  
**Ejecutivo de Ventas**  
Cliente : **CONSORCIO METROPOLITANO**  
Obra : **MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA – RICARDO PALMA**  
**– EN JAUJA METROPOLITANA - JAUJA**

Por medio de la presente, se adjunta la especificación técnica del diseño de mezcla del concreto solicitado para la obra de referencia.

La información corresponde a:

- Diseño característico y especificación técnica del concreto:
- 1. Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , cemento tipo I, con aire incorporado, con fibra polipropileno  $600 \text{ gr/m}^3$ , piedra huso 57, slump 6".
- Tolerancias del concreto solicitado.
- Características de los insumos.
- Certificados de calidad de los insumos integrantes del concreto:
  - Granulometría de los agregados
  - Ensayos de las propiedades físicas y químicas de los agregados
  - Ensayos químicos del agua
  - Cemento Andino Tipo I
  - Fibra polipropileno
  - Aditivos: Master Set R 770, Master Rheobuild 1000 y Sika Aer.

Atentamente.



Ing. Joaquín Hermán Canalle  
Superintendente de Diseño de  
Producto y Laboratorio  
Unión de Concretoras S.A.

cc. Archivo

### INFORMACIÓN TÉCNICA SOLICITADA

Cliente: CONSORCIO METROPOLITANO

Obra: "MEJORAMIENTO DE LA AV. HATUN XAUXA – RICARDO PALMA – EN JAUJA METROPOLITANA - JAUJA"

#### 1. DISEÑO CARACTERÍSTICO DEL CONCRETO

Características	Diseño	Unidades
Resistencia (f'c)	f'c = 210kg/cm <sup>2</sup> , con aire incorporado y fibra de polipropileno	kg/cm <sup>2</sup>
Agua / Cemento	0,65	-
Tipo de cemento	I	-
Agregado Fino	53	%
Agregado grueso (Huso 57)	47	%
Fibra de polipropileno	600	gr/m <sup>3</sup>
Peso Unitario	2244	kg/m <sup>3</sup>
Slump	6"	Pulg.

#### 2. TOLERANCIAS DEL CONCRETO

PROPIEDAD	TOLERANCIAS
	slump de diseño > 4"
Slump (Pulg.)	± 1 1/2" (ASTM C-94)
Agua / Cemento	± 0,02
Tiempo de vida útil comercial por pérdida de trabajabilidad	2,5

#### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS

Insumo	Procedencia	Especificación
Agregado fino	CANTERA COPROSA	ASTM C 33
Agregado grueso / Huso 57 ASTM	CANTERA AGREMIX	ASTM C 33
Cemento Andino Tipo I	UNACEM S.A. Cemento Andino	ASTM C 150
Master Set R 770	BASF PERU	ASTM C 494 Tipo B y D
Master Rheobuild 1000	BASF PERÚ	ASTM C 494 Tipo A y F
Sika Aer	SIKA PERU	ASTM C 260
Fibra de polipropileno	TESICOL S.A.	ASTM C1116
Agua	RED PÚBLICA	NTP 339.086

#### 4. CERTIFICADOS DE CALIDAD DE LOS INSUMOS UTILIZADOS



Ing. Juan Harman Canalle  
Superintendente de Diseño de Producto y Laboratorio  
Unión de Concretas S.A.

UNICON PROFESIONALES EN CONCRETO		GID-LA-R-008		INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS		Pag 1 de 1	
N° SOLICITUD :	AGREGADO FINO			INSPECCIÓN :	2289		
MUESTRA :	CANTERA COPROSA			FECHA DE RECEPCIÓN :	27/07/2017		
PROCEDENCIA :	PLANTA HUANCAYO			FECHA DE ENTREGA :	28/08/2017		
PRESESIONARIO :	ALCI - PROVINCIA			ANALISTA / TÉCNICO :	R.H / T.P		
GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS		
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINESZA		
3"		0.0	0.0	100.0	TAMANO MAXIMO	3.26	
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	2.56	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	2.61	
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION	1.88	
1"		0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200	4.8	
3/4"		0.0	0.0	100.0	% ABRASION Los Angeles	---	
1/2"		0.0	0.0	100.0	% EQUIVALENTE DE ARENA	---	
3/8"		0.0	0.0	100.0	% PARTICULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	---	
# 4	28.0	3.6	3.6	96.4	% PARTICULAS LIGERAS	---	
# 8	194.8	25.4	29.0	71.0	% INALTERABILIDAD	5.9	
# 16	165.8	21.6	50.6	49.4	por medio de sulfato de magnesio		
# 30	138.0	18.0	68.6	31.4	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1683	
# 50	107.2	14.0	82.6	17.4	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m <sup>3</sup> )	1856	
# 100	67.9	8.8	91.4	8.6	CARACTERISTICAS QUIMICAS		
# 200	28.9	3.8	95.2	4.8	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	133	
Fosfo	37.1	4.8	100.0	0.0	SULFATOS SOLUBLES (ppm)	---	
TOTAL	767.7	100.0	MODULO FINESZA	3.26	CLORUROS SOLUBLES (ppm)	3	
					IMPUREZAS ORGANICAS	NO CONTIENE	
					% HUMEDAD	2.38	
					VALOR AZUL	---	

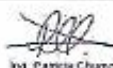
Revisado por:

Vg. Francisco Chumbelez  
200 de LAZARINO  
Univ. de CONCEPCION S.A.

GID-LA-R-008  
Rev.00

UNICON PROFESIONALES EN CONCRETO		GID-LA-R-008		INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS		Pag 1 de 1	
N° SOLICITUD : MUESTRA : PROCEDENCIA : PETICIONARIO :				AGREGADO GRUESO HUSO 57 CANTERA AGREMIX PLANTA HUANCAYO ALCI - PROVINCIA		INSPECCIÓN : FECHA DE RECEPCIÓN : FECHA DE ENTREGA : ANALISTA / TÉCNICO :	
						2291 27/07/2017 28/08/2017 R.H / T.P	
GRANULOMETRÍA				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINESZA		
3"		0.0	0.0	100.0	7.06	TAMAÑO MÁXIMO	
2 1/2"		0.0	0.0	100.0		1"	
2"		0.0	0.0	100.0		PESO ESPECÍFICO SECO	
1 1/2"		0.0	0.0	100.0		2.85	
1"		0.0	0.0	100.0		PESO ESPECÍFICO SSS	
3/4"	2959.9	25.7	25.7	74.3		2.87	
1/2"	4945.4	43.3	69.0	31.0		% ABSORCIÓN	
3/8"	1877.5	14.7	83.7	16.3		% PASANTE DE MALLA # 200	
# 4	1764.9	15.4	99.1	0.9		% ABRASIÓN Los Angeles	
# 8	41.6	0.4	99.5	0.5		% EQUIVALENTE DE ARENA	
# 16	6.1	0.1	99.5	0.5		% PARTICULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 30	3.1	0.0	99.5	0.5		% PARTICULAS LIGERAS	
# 50	3.3	0.0	99.6	0.4		% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
# 100	4.9	0.0	99.6	0.4		PESO UNITARIO SUELTOS (g/m <sup>3</sup> )	
fondo	44.0	0.4	100.0	0.0		1456	
						PESO UNITARIO COMPACT (kg/m <sup>3</sup> )	
						1600	
				CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
				SALES SOLUB. TOTALES (ppm)			
				70			
				SULFATOS SOLUBLES (ppm)			
				-----			
				CLORUROS SOLUBLES (ppm)			
				2			
				% PARTICULAS CHATAS			
				-----			
				% PARTICULAS ALARGADAS			
				-----			
				% HUMEDAD			
				0.28			
TOTAL	11430.7	100.0	MODULO FINEZA	7.06			

Revisado por:   
Ing. Pamela Changpor  
Ingeniera de Laboratorio  
En Ingeniería de Concreto S.A.

GID-LA-R-008  
Rev.00

<b>UNICON</b> PROFESIONALES EN CONCRETO	GID-LA-R-007	<b>INFORME DE ENSAYOS QUÍMICOS</b>	Pág 1 de 1
---	--------------	--	------------

SOLICITUD : 2292  
 TIPO DE MUESTRA : AGUA DE PRODUCCIÓN  
 PROCEDENCIA : PLANTA HUANCAYO  
 METODO DE ENSAYO : VARIOS  
 SOLICITADO POR : ALCI - PROVINCIA  
 FECHA RECEPCIÓN : 27/07/2017  
 FECHA DE ENTREGA : 28/08/2017  
 ANALISTA : R.H

ENSAYO	AGUA	Límite Permisible	REFERENCIA METODO
Residuos sólidos totales (ppm)	583.0	5000 Max	NTP 339.071
Contenido de sulfatos (ppm)	132.5	1000 Max	NTP 339.074
Contenido de cloruros (ppm)	34.5	1000 Max	NTP 339.076
pH 23.1 °C	7.8	5,5 Min	NTP 339.073
Alcalinidad 23.5 °C (ppm)	377.8	1000 Max	ASTM D 1067

  
 Ing. Patricia Chumplitoz  
 Jefa de Laboratorio  
 Unión de Concretas S.A.

GID-LA-R-007

**INFORME DE CALIDAD**

MARCA: Andino Tipo I  
 TIPO DE CEMENTO: Portland Tipo I Fecha:  
 ESPECIFICACIÓN VIGENTE: ASTM C-150 2da. Quincena de Diciembre de 2017  
 NTP-314.009

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS**

PRUEBAS FÍSICAS:	Result. Ensayo	Spec. Límite	ANÁLISIS QUÍMICO:	Result. Ensayo	Spec. Límite
1) Superficie específica (BLAINE)	cm <sup>2</sup> /gr.	3570	2800 Mía.	1) Pérdida por Ignición.	1.39 % 3.00 Mía.
2) Tiempo de fraguado (VICAT)	Minutos	INICIAL 96 FINAL 285	45 Mía. 375 Mía.	2) Residuo Insoluble	0.72 % 0.75 Mía.
3) Expansión Autoclave	%	-0.02	0.8 Mía.	3) Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	20.52 % ---
4) Contenido de Aire, en volumen	%	5.08	12 Mía.	4) Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.92 % ---
5) Resistencia a la compresión	Mpa	(lb/psq <sup>2</sup> )	Mpa	5) Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.40 % ---
a 3 Días	28.82	3900	12.0 Mía.	6) Óxido de Calcio (CaO)	64.59 % ---
a 7 Días	34.24	4950	19.0 Mía.	7) Óxido de Magnesio (MgO)	1.69 % 6.0 Max.
a 28 Días	43.85	6260	---	8) Cal libre	0.81 % ---
6) Densidad	(g/cm <sup>3</sup> )	3.15		9) Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	2.74 % 3.0 Mía.
				10) Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	0.06 % ---
				11) Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.60 % ---

**FASES MINERALÓGICAS SEGÚN BOGUE**

				SILICATO TRICÁLCICO (C3S)	58.01 % ---
				SILICATO DICÁLCICO (C2S)	15.08 % ---
				ALUMINATO TRICÁLCICO (C3A)	7.29 % ---
				FERROALUMINATO TETRACÁLCICO (C4AF)	10.32 % ---

**REQUISITOS OPCIONALES**

7) Falta Fraguado, penetración final	%	90.00	50 Mía.	ALCALIS EQUIVALENTES	0.46 % 0.60 Mía.
8) Resistencia a sulfatos	%	0.083	0.1 Max.	Calor de Hidratación a 7 días	65.18 Cal/g
Expansión a 180 días				Calor de Hidratación a 28 días	77.08 Cal/g

\*Corresponde a la segunda quincena de noviembre de 2017

FORMATO UCC-20-1000-008-01

Ing. Miguel Quiroga A.  
División Química



**CERTIFICADO  
CONTROL DE CALIDAD**

PRODUCTO: MASTERSET R 770 (LITROS)  
 LOTE: PE-01567-T16 VENCE: JUNIO 2017  
 FECHA: 7 JULIO 2016

**EL PRODUCTO CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS**

PARAMETRO	LOTE	ESPECIFICACIONES
ASPECTO FISICO	Líquido	Líquido
COLOR	Marrón	Marrón
DENSIDAD	1.13	Min: 1.10 Max: 1.13 g/mL (24.0 - 26.0°C)
%RESIDUO SOLIDO	26.62	Min: 25.00 Max: 28.00 (Lamp., 1g, 130°C)
%RESIDUO INSOLUBLE	0.01	Min: 0.00 Max: 0.50 (Vol.)
pH	10.66	Min: 9.50 Max: 12.00 (24.0 - 26.0°C)

Los datos facilitados solamente reflejan los resultados de los controles realizados sobre una muestra representativa.

La empresa no se hace responsable por el uso que se haga del producto y/o de la información suministrada. La calidad de nuestros productos está garantizada bajo nuestras Condiciones Generales de Venta.

BASF Construction Chemicals Perú S.A. cuenta con certificación ISO 9001 y 14001.



**Katia Rider Pérez-León**  
 Coordinador de Calidad, Desarrollo  
 de Productos & Aplicación Técnica

**CERTIFICADO  
CONTROL DE CALIDAD**

PRODUCTO: MASTERRHEOBUILD 1000 (LITROS)  
 LOTE: PE-01675-T16 VENCE: DICIEMBRE 2017  
 FECHA: 7 JULIO 2016

**EL PRODUCTO CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS**

PARAMETRO	LOTE	ESPECIFICACIONES
ASPECTO FISICO	Líquido	Líquido
COLOR	Café oscuro	Café oscuro - negro
DENSIDAD	1.22	Min: 1.20 Max: 1.22 g/mL (24.0 - 26.0°C)
%RESIDUO SOLIDO	41.00	Min: 39.00 Max: 41.00 (Lamp., 1g, 130°C)
%RESIDUO INSOLUBLE	0.40	Max: 0.50 (Vol.)

Los datos facilitados solamente reflejan los resultados de los controles realizados sobre una muestra representativa.

La empresa no se hace responsable por el uso que se haga del producto y/o de la información suministrada. La calidad de nuestros productos está garantizada bajo nuestras Condiciones Generales de Venta.

BASF Construction Chemicals Peru S.A. cuenta con certificación ISO 9001 y 14001.



**Katia Rider Pérez-León**  
 Coordinador de Calidad, Desarrollo  
 de Productos & Aplicación Técnica



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto SikaAer x 200 L

**1. ESTADO PERMISIBLE Y RESULTADOS DEL LOTE ANALIZADO:**

NÚMERO DE LOTE: 071329 Fabric: 09/10/17 O/P: OP071329

Ensayo	Rango de Aceptación	Resultados
Densidad (Kg/L)	Mín: 1.01 - Máx: 1.02	1.02
pH al 10% (agua destilada)	Mín: 10.00 - Máx: 11.00	10.39
Sólidos por Deseccación (%)	Mín: 7.00 - Máx: 11.00	9.09
Análisis Cualitativo por IR	Mín: 0.00 - Máx: 0.00	Correcto
Fecha de vencimiento	1 Año	09-2018

**2. REFERENCIA:**

NICC : 9999240 Edición : 1

Este documento es elaborado electrónicamente, por lo tanto tiene validez sin firma.

Atentamente,

Gari Medina Salvatierra

Jefe de Laboratorio

Lurin, 13 de Octubre 2017

Formato CC-F 19  
 Autorizado por: GMS  
 Fecha: 27-05-13  
 Edición: 2

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PERDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS HOJAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS; CUYAS COPIAS SE ENTREGARÁN A SOLICITUD DEL INTERESADO O A LAS QUE PUEDEN ACCEDER EN INTERNET A TRAVÉS DE NUESTRA PÁGINA WEB [WWW.SIKA.COM/PE](http://WWW.SIKA.COM/PE)

SIKA PERU S.A.

Centro Industrial "Las Praderas de Lurin" S/N Mz B Lotes 5 y 6 / Lurin / Lima - Perú  
 Telf: +51 1 618 6060 - Fax: +51 1 618 6070 - [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

**FICHA TECNICA**

VERSION: 15	CODIGO ESPECIAL
FECHA: MARZO 30 DE 2016	

**CARACTERISTICAS**

NOMBRE EN EL MERCADO	FIBRATEX			
MATERIA PRIMA	POLIPROPILENO 100% VIRGEN			
USO PRINCIPAL	CONSTRUCCIÓN(HORMIGÓN Y MORTERO)			
COLOR	NATURAL			
CANTIDAD DESPACHADA	SEGÚN SOLICITUD DEL CLIENTE			
PRESENTACION	SEGÚN SOLICITUD DEL CLIENTE			
	VALOR	NORMA	MEDIDO	TOLERANCIA
TITULO	12.000 dn	ASTM D1907	MEDIDO	+/- 5 %
FLUIDEZ	4gr/10mim	ASTM D1238	4gr/10mim	+/- 5 %
FIBRILADO	VISUAL	NDRMAL	NORMAL	N/A
LONGITUD DEL CORTE (PULGADAS)	3/4" - 1" - 1 1/2"	ASTM D1907		+/- 5 %
DENSIDAD	0,9gr/cm3	ASTM D1238		+/- 5 %
RESISTENCIA A LA RUPTURA	48 Kg/F2a	ASTM D-2256-02		+/- 5 %
ELONGACION A LA RUPTURA	22%	ASTM D-2256-02		+/- 5 %
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION	280°C	ASTM D-648		+/- 5 %
TEMPERATURA DE DISTORSIÓN	110°C	ASTM D-648		+/- 5 %

ATENCIÓN: ESTA INFORMACIÓN SE SUMINISTRA DE BUENA FE, ES PRECISA Y CONFIABLE SEGUN NUESTRO MEJOR CONOCIMIENTO, PERO DEBE CONSIDERARSE SOLO COMO UNA GUÍA EN LA SELECCIÓN DEL PRODUCTO, DEBIDO A QUE LAS CONDICIONES DEL USO DEL (LOS) PRODUCTO(S) NO ESTÁN BAJO NUESTRO CONTROL. TESICOL S.A NO OTORGA NINGUNA GARANTÍA EXPLÍCITA O IMPLÍCITA RESPECTO AL USO DEL (LOS) PRODUCTO(S) Y LOS RESULTADOS

ELABORADO:	WILSON QUIROGA C. LABORATORISTA	APROBADO:	CRISTOBAL REYES MARTINEZ GERENTE CALIDAD
OBSERVACION: ESTE DOCUMENTO ES EMITIDO ELECTRONICAMENTE POR ASEGURAMIENTO DE CALIDAD POR LO QUE NO REQUIERE FIRMAS			

UIT. 890.211.502-2  
Zona Industrial Chiricá Km. 1 Teléfono: (57-2) 6760101 - 6760125 Fax: 6760700 Apdo. 3056 E-mail: info@tesicol.com.co  
BUCAKAMARCA - COLOMBIA

### **Anexo 03: Ensayo de resistencia a la compresión**



**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0485-0018/HR/LEM**

Solicitante	Municipalidad Provincial de Jaena
Proyecto/Obra	Mejoramiento de la Av. Hilarión Káiser - Ricardo Palma - En Jaena Metropolitana - Jaena
Fecha de recepción	4 de Abril de 2018
Fecha de emisión	5 de Abril de 2018

**COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO ENDURECIDO NTP 339.031 - ASTM C79**

Este ítem consiste en aplicar una carga axial de compresión a las probetas preparadas a una velocidad de carga promedio hasta que se produce la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

NUESTRA N°	IDENTIFICACIÓN	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA
1	PROBETA N1 - FC = 218 kg/cm <sup>2</sup>	02-02-18	04-04-18	28	218	125.49%
2	PROBETA N2 - FC = 218 kg/cm <sup>2</sup>	02-02-18	04-04-18	28	219	123.87%

**Observaciones:**

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA DE SU TOTALIDAD (DISEÑO PLANEA INCOGNITO: 02-004 - 1995)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA IDENTIFICACIÓN DE CONFIANZA SIN FIRMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Norma Técnica INCOGNITO - 021-01-01-2000)

*[Firma]*  
 Tec. **Andrés Martínez Esteban**  
 INGENIERO EN CONCRETO Y ASFALTO  
 CONSULTEC HR SAC

*[Firma]*  
**INGENIERO EN OBRAS CIVILES**  
**WALTER LOPEZ**  
 172047

LEM:

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
 Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultechr@gmail.com](mailto:consultechr@gmail.com)

## **Anexo 04: Ensayo de resistencia a la flexotracción**





## **Anexo 05: Planos del proyecto**

