



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno,  
Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

#### **AUTORES:**

Magallanes García, Alan Eduardo (ORCID: [0000-0001-9750-670X](https://orcid.org/0000-0001-9750-670X))

Mitma Trejo, Juan Carlos (ORCID: [0000-0003-4132-5728](https://orcid.org/0000-0003-4132-5728))

#### **ASESOR:**

Msc. Paccha Rufasto, César Augusto (ORCID: [0000-0003-2085-3046](https://orcid.org/0000-0003-2085-3046))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

*La presente investigación está dedicada a mis padres Jesús y Carmen, de guía del futuro de sus hijos, a mis hermanos, Jesús y Jessica, que me brindaron el apoyo y aliento para terminar mi vida profesional.*

**Alan M.**

*A mis padres Ambrosio y Felicita, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.*

**Juan M.**

## **Agradecimiento**

*A Dios por brindarme la oportunidad de vivir y poder cumplir nuestros sueños; a mis padres Jesús Rafael Magallanes Magallanes y Carmen Elvira García De Magallanes por el apoyo incondicional que me brindaron a largo de mi vida, a mis hermanos Jesús Ernesto Magallanes García y Jessica Magaly Magallanes García que me brindaron su apoyo en diversos aspectos de mi vida, que de detallarlos no me alcanzarías las líneas de esta página. También agradezco a los docentes y asesores que nos nutrieron con sus enseñanzas a través de nuestra vida universitaria, con sus sabios consejos y recomendaciones que permitieron llevar a buen término la presente tesis.*

**Alan M.**

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Gráficos y Figuras .....	vii
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Variables y Operacionalización.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Población muestra y muestreo. ....</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....</b>	<b>30</b>
<b>3.5 Procedimiento.....</b>	<b>31</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos.....</b>	<b>32</b>
<b>3.7 Aspectos éticos.....</b>	<b>32</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado fino. (Harmsen, 2017).....	21
Tabla 2. Dosificación del primer diseño de mezclas considerado patrón donde no se incorporó fibra de polipropileno. (Elaboración Propia) .....	35
Tabla 3. Dosificación del segundo diseño de mezclas de concreto de f'c 350 Kg/cm <sup>2</sup> con incorporación de 200 gr fibra de polipropileno. (Elaboración propia) .....	36
Tabla 4. Dosificación del tercer diseño de mezclas donde se incorporó 400gr de fibra de polipropileno. (Elaboración propia) .....	36
Tabla 5. Dosificación del cuarto diseño donde se incorporó 600gr de fibra de polipropileno. (Elaboración propia) .....	37
Tabla 6. Ensayos del agregado grueso por tamizado. Granulometría. (Elaboración propia).....	37
Tabla 7. Densidad relativa y absorción del agregado grueso. (Elaboración propia) .....	38
Tabla 8. Contenido de humedad del agregado grueso. (Elaboración propia) ...	39
Tabla 9. Peso unitario suelto del agregado grueso. (Elaboración propia).....	39
Tabla 10. Peso unitario compactado del agregado grueso. (Elaboración propia)	40
Tabla 11. Ensayos del agregado fino. (Elaboración propia) .....	41
Tabla 12. Densidad relativa y absorción del agregado fino. (Elaboración propia)	42
Tabla 13. Contenido de humedad del agregado fino. (Elaboración propia) .....	43
Tabla 14. Peso unitario suelto del agregado fino. (Elaboración propia) .....	43
Tabla 15. Peso unitario compactado del agregado fino. (Elaboración propia) ..	44
Tabla 16. Temperatura del concreto para cada diseño de mezcla. (Elaboración propia).....	45
Tabla 17. Prueba de Revenimiento (Slump) (Elaboración propia) .....	46
Tabla 18. Resumen de parámetros calculados para la ecuación AASHTO93. (Elaboración propia) .....	69
Tabla 19. Espesores de losa de rodadura calculadas en función de las propiedades de los distintos diseños de concreto. (Elaboración propia) .....	69



## Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1. Split-test o prueba brasilera. (Harmsen, 2017). .....	12
Figura 2. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el Carril de Diseño. (Manual de Carreteras, 2016) .....	14
Figura 3. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el Carril de Diseño. (Manual de Carreteras, 2016) .....	15
Figura 4. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el Carril de Diseño. (Manual de Carreteras, 2016) .....	15
Figura 5. Clasificación de suelos según tamaño de partículas. (Manual de Carreteras, 2016) .....	16
Figura 6. Clasificación de suelos según índice de Plasticidad. (Manual de Carreteras, 2016) .....	17
Figura 7. Correlación de Tipos de suelos AASHTO-SUCS. (Manual de Carreteras,2016).....	18
Figura 8. Categorías de Subrasante. (Manual de Carreteras,2016) .....	19
Figura 9. Requisitos del agregado fino para pavimento de concreto hidráulico. (MTC, 2015).....	22
Figura 10. Requisitos del agregado grueso para pavimento de concreto hidráulico. (MTC, 2015) .....	23
Figura 11. Requisitos granulométricos para el agregado grueso. (NTP 400.38, 2018).....	24
Figura 12. Ecuación AASHTO93 (Manual de Carreteras,2016) .....	25
Figura 13. Determinación de los distintos tipos de diseño de mezclas. (Elaboración propia) .....	34
Figura 14. Curva granulométrica del agregado grueso. (Elaboración propia) ...	38
Figura 15. Curva granulométrica del agregado fino. (Elaboración propia) .....	42
Figura 16. Comparación de la temperatura de cada diseño de mezcla. (Elaboración propia) .....	45
Figura 17. Comparación del revenimiento de cada diseño de mezcla. (Elaboración propia).....	46
Figura 18. Resultados de ensayos a compresión del diseño 1 (Ensayo ASTM C31). (Elaboración propia) .....	47

Figura 19. Resultados de ensayos a compresión a distintas edades del diseño 2. (Elaboración propia) .....	48
Figura 20. Resultados de ensayos a compresión del diseño 3. (Elaboración propia).....	49
Figura 21. Resultados de ensayos a compresión del diseño 4.....	50
Figura 22. Resistencia alcanzada por cada diseño a los 7, 14 y 28 días de curado. (Elaboración propia) .....	51
Figura 23. Resultado de Ensayos de flexión del concreto. (Elaboración propia).....	52
Figura 24. Comparación de los módulos de rotura a los 28 días de los distintos diseños. (Elaboración propia) .....	53
Figura 25. Ecuación AASHTO 93 para cálculo de espesores de pavimento rígido .....	54
Figura 26. Conceptos de los parámetros para calcular EE día-carril. (Manual de Carreteras, 2016) .....	55
Figura 27. Conceptos de los parámetros para calcular N rep. de EE de 8.2 tn. (Manual de Carreteras, 2016) .....	55
Figura 28. Factor de distribución direccional y factor de carril. (Manual de Carreteras, 2016) .....	55
Figura 29. Factor de EE de B2. (Elaboración propia) .....	56
Figura 30. Factor de EE de B3-1. (Elaboración propia) .....	56
Figura 31. Factor de EE de C2. (Elaboración propia) .....	56
Figura 32. Factor de EE de C3. (Elaboración propia).....	57
Figura 33. Factor de EE de C4. (Elaboración propia).....	57
Figura 34. Fragmento donde se indica que el fp. para pavimento rígido es 1. (Manual de Carreteras, 2016) .....	57
Figura 35. Ecuación para calcular factor de crecimiento acumulado. (Manual de Carreteras, 2016) .....	58
Figura 36. Tasas de crecimiento basadas en publicaciones del INEI .....	58
Figura 37. Cálculo del factor de crecimiento acumulado. ....	58
Figura 38. Resumen de conteo vehicular y cálculo de ESAL .....	58
Figura 39. Porcentaje en función del tipo de vehículos que transitan en la Av. La Cantuta. (Elaboración propia).....	59
Figura 40. Ubicación de calicatas. (Elaboración propia).....	60



Figura 41. Análisis Granulométrico por tamizado de la muestra M-1. ASTMD6913. (Elaboración propia) .....	60
Figura 42. Curva granulométrica de la muestra M-1. (Elaboración propia) .....	61
Figura 43. Análisis Granulométrico por tamizado de la muestra M-2. ASTMD6913. (Elaboración propia) .....	62
Figura 44. Curva granulométrica de la muestra M-2. (Elaboración propia) .....	62
Figura 45. Cuadro de Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante recomendada. (Manual de Carreteras, 2016) .....	63
Figura 46. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante. ....	63
Figura 47. Cuadro con los valores mínimos recomendados de %CBR para subbase granular de pavimentos rígidos según el ESAL. (Manual de Carreteras, 2016) .....	64
Figura 48. Cálculo del Módulo de Reacción de la Subbase. (Elaboración propia)	64
Figura 49. Configuraciones de diseño de mezcla. ....	65
Figura 50. Determinación de tipo y rango de tráfico según la Guía AASHTO 93. (Manual de Carreteras, 2016) .....	65
Figura 51. Determinación de las serviciabilidad inicial y final según el tráfico recomendada por la Guía AASHTO 93 (Manual de Carreteras, 2016) .....	66
Figura 52. Determinación de la confiabilidad y desviación estándar dependiendo del tipo de tráfico recomendada por la Guía AASHTO. (Manual de Carreteras, 2016) .....	67
Figura 53. Fragmento del Manual de Carreteras donde recomienda un error estándar de 0.35. ....	67
Figura 54. Determinación del tipo de la calidad de drenaje recomendada por el Manual de Carreteras (Manual de Carreteras, 2016) .....	68
Figura 55. Cálculo de coeficiente de drenaje según recomendación de la Guía AASHTO. (Manual de Carreteras, 2016) .....	68
Figura 56. Determinación del coeficiente de transferencia de carga recomendada por la guía AASHTO93. (Elaboración propia) .....	68
Figura 57. Presupuesto de obra para 1km de ejecución. ....	70
Figura 58. Pie de presupuesto. (Elaboración propia) .....	71

Figura 59. Presupuesto de 1 Km de pavimentación con adición de fibra de polipropileno a la losa de concreto. (Elaboración propia) .....	72
Figura 60. Pie de presupuesto de pavimentación de losa de concreto con adición de fibra de polipropileno. (Elaboración propia) .....	73
Figura 61. Análisis de precios unitarios del concreto para pavimento rígido. (Elaboración propia) .....	74

## Resumen

El objetivo del presente estudio es averiguar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de un pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.

Para el tratamiento de la presente investigación se utilizó el método científico, el enfoque utilizado fue cuantitativo, de tipo aplicada, además de establecerse como un diseño cuasi experimental. La población se definió por 36 probetas de concreto cilíndricas y 12 viguetas de concreto de sección cuadrada de 6" lado y 18" de largo según la ASTM C78. Para la recolección de datos se realizó mediante la técnica de la observación para ello, se tuvo como instrumento fichas técnicas proporcionadas por los laboratorios utilizados. El procesamiento de los datos registrados durante los ensayos fue analizado mediante softwares especializados para tal fin, como SPSS y Excel pues, permitieron la elaboración de tablas y cuadros para una mejor manejo y orden de la data obtenida

Después del estudio los datos y realización de la contrastación de las hipótesis se concluyó que la incorporación de fibra de polipropileno tiene una influencia significativamente en el diseño de un pavimento rígido pues, no solo mejora las propiedades mecánicas de la losa de concreto, en consecuencia, genera un impacto beneficioso en el aspecto económico. La dosificación de fibra de polipropileno en el concreto que mejores resultados se obtuvieron fue de 400 gr/m<sup>3</sup>.

**Palabras clave:** fibra de polipropileno, pavimento rígido, losa de concreto.

## **Abstract**

The objective of this study is to find out how the incorporation of polypropylene fiber influences the design of a rigid pavement on Avenue La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.

For the treatment of the present investigation, the scientific method was used, the approach used was quantitative, of an applied type, in addition to being established as a quasi-experimental design. The population was defined by 36 cylindrical concrete specimens and 12 concrete joists with a square section of 6" side and 18" long according to ASTM C78. For the data collection, it was carried out using the observation technique. For this, the technical sheets provided by the laboratories used were used as an instrument. The processing of the data recorded during the tests was analyzed using specialized software for this purpose, such as SPSS and Excel, since they allowed the elaboration of tables and charts for a better management and order of the data obtained.

After studying the data and carrying out the verification of the hypotheses, it was concluded that the incorporation of polypropylene fiber has a significant influence on the design of a rigid pavement, since it not only improves the mechanical properties of the concrete slab, consequently, generates a beneficial impact in the economic aspect. The dosage of polypropylene fiber in the concrete that obtained the best results was 400 gr/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** polypropylene fiber, rigid pavement, concrete slab.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente dentro de san Juan de Lurigancho se viene generando un repunte respecto a la urbanización de las zonas donde la población ha tenido un desarrollo significativo. Además, se vienen realizando una diversidad de proyectos de ingeniería que ayudan al desarrollo de la comunidad, muestra de ello son los distintos proyectos inmobiliarios, proyectos de agua y desagüe, proyectos de pavimentación, etc. Por otro lado, existen zonas del distrito en la cual ya cuentan con proyectos de urbanización y debido a las condiciones del lugar, como tránsito vehicular pesado de manera frecuente, la mejor alternativa para una infraestructura vial funcional a largo plazo sería el pavimento rígido, que por su gran capacidad de carga y duración son óptimos para resistir este tipo de tráfico vehicular, prestando muchos años de serviciabilidad. Este es el caso de la Asociación de Propietarios Los Balcones de Santa María, donde su vía principal denominada Av. La Cantuta, que por cierto no se encuentra pavimentada, soporta un gran tránsito vehicular pesado, pues en esta zona se ubican una cantera de agregados y un botadero. En un diseño de pavimento rígido se debe tener en cuenta la calidad del proceso constructivo, como también la calidad del diseño de mezcla del concreto; pues esto puede redundar en fallas que disminuyan la vida útil del pavimento, generando fisuras significativas que comprometan la integridad estructural del pavimento.

Por otra parte, sabemos que desde la antigüedad el hombre ha incorporado diferentes materiales, como fibras de distintas variedades y orígenes, en las argamasas o pastas más utilizadas para construir, con la intención de mejorar las características resistentes de las edificaciones hechas con estas; el caso más notorio es la fabricación artesanal de ladrillos con fibras de paja en la época del antiguo Egipto, donde estas incorporaciones de fibras mejoraban la resistencia y la capacidad de trabajabilidad de los ladrillos, siendo de suma importancia para su época. De igual manera, en la presente investigación se pretende incorporar cantidades de fibra de polipropileno, donde se pueden ver afectados las propiedades del concreto, para posteriormente ser utilizados para un diseño de pavimento rígido, esperando aportar así beneficios significativos para el mejor desempeño del concreto a largo plazo y en consecuencia de la serviciabilidad de

la vía, además de generar un menor impacto ambiental y económico, pues las fibras de polipropileno pueden ser reutilizadas o recicladas.

En base a la problemática actual de la Av. La Cantuta en la Asociación de Propietarios Los Balcones de Santa María, en San Juan de Lurigancho nos hacemos la siguiente pregunta.

¿De qué manera la incorporación de fibras de polipropileno influye en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021?

La justificación del presente estudio de tesis es debido a la necesidad de identificar cuál es el impacto de incorporar fibras de polipropileno en el diseño de un pavimento rígido, pues sabemos que estas modifican las propiedades de la losa de concreto o carpeta de rodadura tales como la resistencia, en consecuencia, la etapa de diseño se verá influenciada por ello, por otra parte se pretende conocer la viabilidad económica y ambiental, todo aunado al desarrollo de un proyecto de infraestructura vial en Av. La Cantuta, esperando que aquello pueda redundar en beneficio de la población local.

En nuestro país, en el rubro de la construcción aún se encuentra enraizado la elaboración tradicional de concreto para pavimento rígido, siendo muy reacio para la utilización de nuevas tecnologías como es el uso de fibra de polipropileno en la mezcla del concreto, teniendo en cuenta que en países como Ecuador, Colombia, Chile y México ya vienen desarrollando este tipo mezclas con la adición de fibras, donde se desarrollan investigaciones en pre y postgrado.

Por tanto, tenemos el compromiso de ser parte del desarrollo donde se reflejen nuevas tecnologías con el propósito de mejorar los proyectos donde se desarrollan el uso del concreto.

Tenemos como objetivo general: Determinar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021; como objetivo específico N°1: Determinar cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno a las propiedades mecánicas de la losa de concreto en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021; como objetivo

específico N° 2: ¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno modifica el espesor de la carpeta de rodadura en la metodología AASHTO, en el diseño de pavimento rígido en la Avenida la Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021?, como objetivo específico N° 3: Identificar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el aspecto económico sobre el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.



## **II. MARCO TEÓRICO**

En este apartado mencionaremos como antecedentes nacionales diversas investigaciones, que permitirán identificar teorías y conceptos aplicables a la presente investigación:

**Alvarado y Meza** (2020) menciona en su investigación denominada “**Análisis y comparación de la resistencia mecánica del concreto al añadir macrofibras de polipropileno con agregados de la cantera San Miguel de Huácar frente a la cantera de agregados Figueroa Huánuco – 2019**” que tuvieron como propósito principal analizar las variaciones de las propiedades mecánicas de un concreto diseñado para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibras de polipropileno, para lo cual agregaron fibra de polipropileno en una relación al volumen de la mezcla de 2.2%, 2.6%, 3% y 3.4% para la elaboración del concreto. Con tal fin, realizaron testigos de concreto con cemento Portland Tipo I, los agregados se obtuvieron de la cantera San Miguel de Huácar, luego procedieron a efectuar los ensayos para conocer las características mecánicas y físicas de acuerdo a la norma ASTM C33/NTP 400.037, el método de diseño de mezcla utilizado fue el ACI 211, la realización y curado de las probetas utilizaron la normativa ASTM C 192/NTP.339.183. Los testigos se dividieron en dos grupos siendo el grupo 1 los testigos elaborados con cemento, fibra de polipropileno y agregados de cantera y el grupo 2 elaborados con cemento, fibra de polipropileno y hormigón como agregado grueso. En función de los resultados concluyeron que: el grupo 1 logró incrementar en un 13.892% en resistencia a la compresión, que fue la máxima resistencia alcanzada, con una adición de fibra de polipropileno en relación al volumen de mezcla del 3% siendo este valor el óptimo encontrado en esta investigación. Por otro lado, en el grupo 2 no se evidenció incremento alguno, cabe mencionar que se obtuvieron resultados inconsistentes. Respecto a la resistencia a flexión el grupo 1 se evidenció que esta aumenta a mayor porcentaje de fibra de polipropileno, este incremento presenta un comportamiento lineal notorio con pendiente positiva, aunque no logró determinar el volumen óptimo de fibra concluyeron que este debe ser mayor a los valores considerados en su investigación. De igual forma, el grupo 2 se incrementó la resistencia a flexión en un 5.684% para un volumen de fibra de 2.6%, aunque no se consideró

como un porcentaje óptimo debido al comportamiento impredecible de estos testigos.

**Armas (2016)** menciona en su investigación denominada “**Efectos de la Adición de Fibra de Polipropileno en las Propiedades Plásticas y Mecánicas del concreto Hidráulico**”, que desarrolló un estudio experimental para conocer los efectos debido a la incorporación de fibra de polipropileno sobre el concreto hidráulico, especialmente en sus propiedades plásticas y mecánicas (compresión y flexión), y para tal fin adicionó fibras en cantidad de 0, 200, 300 y 400 gr/m<sup>3</sup> de concreto considerando resistencias de 175, 210, 280 Kg/cm<sup>2</sup>, además empleó como agregados (fino y grueso) material obtenido de las canteras la Tres Tomas y la Victoria, en cuanto al cemento utilizado fue Portland tipo MS, también se utilizó aditivos, un superplastificante y un curador.

Como resultados de agregar fibras de polipropileno en una relación de 400 gr/m<sup>3</sup> de concreto logró disminuir el agrietamiento por secado hasta en un 90%, comprobándose que esta relación tiene efectos significativos en las propiedades plásticas del concreto, como reducir el asentamiento en 50%, también redujo en un 25% el contenido de aire, por otro lado, el peso unitario y la temperatura del concreto no sufrieron alteración alguna. Sobre las propiedades mecánicas como resistencia a la compresión y flexión logró un incremento de 3% a 14 % luego de 28 días.

**Aguilar y Gonzales (2017)** en su investigación denominada “**Análisis y evaluación del comportamiento a la fatiga de un pavimento rígido con fibra plástica de polipropileno en el Altiplano**”, menciona que el objetivo del estudio fue evaluar el impacto del uso de fibras de polipropileno en hormigones para el diseño de la losa de rodadura, para ello utilizaron productos de la región del Altiplano; específicamente de la cantera de Cutimbo. Se enfocaron a determinar cuáles serían los efectos sobre las propiedades del concreto en estados fresco y endurecido, para lo cual fabricaron 72 probetas de forma cilíndricas de dimensiones 6”x12” según la norma ASTM C31 y 45 viguetas de dimensiones 4”x4”x14” como indica la norma ASTM C 1018. Las propiedades a evaluar en estado fresco fueron la temperatura y el revenimiento; y en estado endurecido, a

las probetas de concreto se les sometió a ensayos de compresión y flexión luego de los siguientes días de curado 7, 14 y 28. Para diseñar el pavimento y los respectivos espesores de cada una de las capas que lo conforman se utilizó el método AASHTO. Los resultados obtenidos les permitieron concluir lo siguiente: que la adición óptima de fibras de polipropileno es 600gr/m<sup>3</sup>, pues lograron aumentar ligeramente la resistencia a flexión y compresión del concreto; esto les permitió disminuir los espesores de las capas del pavimento rígido proyectado sin perjudicar la funcionalidad, de acuerdo al análisis de costos realizados para un tráfico relativo a la ciudad de Puno mostraron que estos no fueron alterados de modo significativo.

De la misma manera, se mencionarán como antecedentes internacionales las siguientes investigaciones:

**Master** (2017) realizó una investigación titulada “**Concreto reforzado con fibra de polipropileno en cruces ferroviarios**”, que tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del concreto reforzado con macro fibra de polipropileno sintético y su aplicación en traviesas ferroviarias.

El estudio implicó una revisión exhaustiva de las propiedades y las pruebas del concreto reforzado con fibra de polipropileno sintético (CRF). Se utilizó el ASTM C1399, un método de prueba estándar para obtener la resistencia residual promedio de CRF para evaluar el desempeño de varias mezclas de concreto reforzadas con macrofibras sintéticas de polipropileno, las dosis utilizadas fueron 3 lb/yd<sup>3</sup>, 5 lb/yd<sup>3</sup>, 8 lb/yd<sup>3</sup> y 11 lb/yd<sup>3</sup>, que correspondía a 0.19%, 0.32%, 0.51% y 0.71% en relación al volumen del concreto. Se encontró que el concreto con mayor proporción de fibras mostró una capacidad de carga residual significativamente mayor (respuesta post-fisuración). Además, las mezclas de concreto tenían una trabajabilidad aceptable y mostraban sólo una ligera pérdida de resistencia a la compresión debido a la inclusión de fibras.

El presente estudio también consideró el estado actual del diseño de traviesas de concreto pretensado y el impacto del CRF en el rendimiento mecánico de las traviesas de concreto. La aplicabilidad de CRF en traviesas de ferrocarril se investigó desarrollando y probando prototipos de traviesas. Se realizó un estudio

comparativo entre una traviesa convencional y una traviesa reforzada con fibra mediante pruebas en el asiento del riel y el centro de la traviesa. Se descubrió que las fibras sintéticas de polipropileno proporcionaban una capacidad sostenida de deformación en las traviesas de concreto junto con una resistencia mejorada al agrietamiento.

Por último, este estudio desarrolló un modelo de tensión-deformación por tracción para el comportamiento de CRF. Se utilizaron los resultados de la prueba de flexión de cuatro puntos de las vigas de CRF para determinar el comportamiento de tracción de FRC utilizando un enfoque de análisis inverso y una herramienta de retrocálculo. Se establecieron modelos preliminares de tensión-deformación por tracción que se pueden utilizar para definir las propiedades constitutivas del concreto cuando se utiliza el análisis de elementos finitos (FEA) para analizar los resultados experimentales. FEA no se ha realizado como parte de este trabajo de tesis, pero se llevará a cabo en actividades de investigación posteriores en la Universidad de Illinois.

**Prakash, Thenmozhi, Raman y Subramanian** (2019) en su investigación denominada "***Hormigón reforzado con fibra que contiene residuos de cáscara de coco, cenizas volantes y fibra de polipropileno***", que tuvo como objetivo determinar el efecto sobre las propiedades mecánicas del concreto, elaborado con cenizas volantes como reemplazo parcial del cemento, al adicionar fibras de polipropileno y fibras de cáscara de coco como único agregado grueso, para lo cual desarrollaron dos diseños de mezclas diferentes, la primera utilizando como único agregado grueso fibra de cáscara de coco y la segunda utilizando agregados gruesos comunes, además de fibra de cáscara de coco. En el proceso de elaboración del concreto se reemplazó el cemento por cenizas volantes de tipo F en un porcentaje de 10% del peso de la mezcla, y se agregaron fibras de polipropileno en un porcentaje de volumen de 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1.0%. Lo que encontraron fue que al añadir fibras de polipropileno sobre la mezcla se logró reducir la densidad del concreto elaborado solamente con cáscara de coco como agregado grueso. También se evidenció que conforme se incrementa el volumen de fibra de polipropileno desde 0.25 % hasta 0.5% en el volumen de la mezcla, mayor será la resistencia a la compresión, de igual manera sucede con la

resistencia a flexión y tracción, además de incrementar el módulo de elasticidad del concreto elaborado con fibra de cáscara de coco. Por otro lado, cuando el volumen de fibra de polipropileno aumenta desde 0.75% hasta 1.00% en el volumen de la mezcla, la resistencia del concreto elaborado con fibra de cáscara de coco disminuye. Concluyeron que, para un concreto elaborado con fibra de cáscara de coco como único agregado grueso, el añadir fibra de polipropileno mejora sus propiedades mecánicas siempre que el volumen de fibra de polipropileno se encuentre dentro del rango [0.25% - 0.5%] respecto a la relación respecto al volumen de la mezcla.

A continuación, se mencionarán conceptos de términos indispensables para la comprensión de la presente investigación:

Según la Guía para el uso de fibras sintéticas de Toxement en el concreto (2018) nos indica que desde la antigüedad ya se ha experimentado con la adición de diversas fibras para reforzar materiales de construcción; ejemplo de ello ha sido la utilización de paja, que aún podemos observar en algunas viviendas de adobe. Pero fue en 1956 cuando el comité ACI 544 propuso recomendaciones para el uso de fibras para reforzar el concreto, por ello mencionamos la siguiente:

Respecto a las fibras de polipropileno Bonakdar y Mahoney (2017) nos indica que son fibras sintéticas elaboradas en una matriz plástica que posee bajo peso específico, estas pueden utilizarse para mejorar las propiedades del concreto, además nos indica que las fibras logran proporcionar una capacidad extra de tensión y flexión al concreto luego de presentarse agrietamiento, de la misma forma que el acero de refuerzo; también las fibras al distribuirse homogéneamente sobre el concreto logran proporcionar un mayor reforzamiento en las tres dimensiones.

Sobre el Pavimento Rígido, según el Manual de Carreteras (2016), se considera pavimento a la interacción y conjunto de capas de diferentes materiales adecuados y seleccionados para que reciban las diferentes cargas que provienen de superficie de rodadura ocasionados por el paso de vehículos, estas cargas se transmiten hacia la parte inferior considerada subrasante de manera disipada con

la finalidad de que se puedan reducir por completo, y es considerado rígido ya que para la elaboración de la capa de rodadura se utiliza concreto.

A continuación, se mencionarán las propiedades mecánicas del concreto:

El concreto posee diferentes propiedades y estas se van modificando a través del tiempo, estas propiedades van cambiando conforme disminuye la fluidez y en consecuencia la trabajabilidad. Se diferencian tres fases, la primera cuando el concreto es fluido y maleable, la segunda es cuando comienza a fraguar o endurecer, aquí se hace evidente el aumento de la rigidez, y la tercera es cuando alcanza las propiedades mecánicas, es decir alcanza su máxima resistencia a compresión, además de propiedades de otra índole. (Sánchez, 1996, como se citó en Terreros y Carvajal, 2016).

El concreto en estado fresco tiene diversas propiedades, una de ellas es la de permitir el llenado correcto en las cimbras o encofrados, otra de la característica es que sea una masa homogénea, también no debe de contener grandes burbujas de aire. (Niño, 2010, como se citó en Terreros y Carvajal, 2016).

Entre las propiedades que posee el concreto en estado fresco o plástico se encuentra la trabajabilidad o manejabilidad, que es definida como el grado de dificultad para realizar la mezcla, el transporte, su colocación y compactación. (Harmsen, 2002, como se citó en Apaza e Ysarbe, 2021).

Además, Rivva (2015) menciona que la trabajabilidad está relacionado a conceptos de moldeo y cohesividad, también está relacionado al término de fluidez, pero enfatizando la plasticidad y uniformidad de la mezcla. También indica que la trabajabilidad no es mensurable, pues está relacionado a las características del cimbrado, e indica que no se debe de confundir con la consistencia.

Se entiende por consistencia como el grado de fluidez de la mezcla, así cuanto mayor sea la humedad de la mezcla, durante su colocación el concreto fluirá con mayor facilidad. (Rivva, 2013, como se citó en Campos y Martínez, 2019).

En el concreto ocurre un proceso denominado hidratación, por el cual la mezcla cambia de un estado plástico, de característica fluida, a un estado sólido o rígido.

Se puede apreciar que el concreto experimenta dos fases: empezando con un fraguado inicial, donde la pasta va perdiendo plasticidad, y otra, donde comienza a solidificarse. Apaza (2016) menciona que entre las propiedades que presenta el concreto en estado endurecido están:

Elasticidad: Entendida como la capacidad que posee el concreto de deformarse ante una determinada carga, sin presentar una deformación permanente luego de suspendida la carga. Resistencia a la compresión: Entendida como la carga axial máxima que puede tolerar los especímenes de concreto siendo comprimidos. La relación agua-cemento se encuentra íntimamente ligada con esta propiedad. Para el cálculo de esta resistencia se realiza la prueba de destrucción de probetas a los 28 días de fraguado.

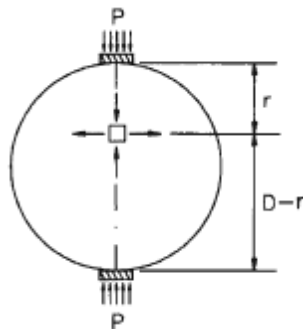


Figura 1. Split-test o prueba brasilera. (Harmsen, 2017).

El procedimiento detallado se encuentra en la norma ASTM-C-192M y C-39. Resistencia a la tracción: El concreto se caracteriza por su debilidad ante esfuerzos de tracción, debido a esto no se tiene en cuenta esta propiedad en el diseño de estructuras, al respecto Harmsen (2017) menciona que la resistencia a tracción del concreto se encuentra aproximadamente en el rango de 8 % -15 % de su resistencia a compresión. Se han desarrollado metodologías indirectas para poder estimarlo, la primera denominado split-test o prueba brasilera en la cual se carga lateralmente la probeta de forma cilíndrica a lo largo de su diámetro hasta la rotura. Este ensayo se encuentra en detalle en la norma ASTM-C-496. La segunda metodología se basa en analizar la resistencia a la tracción por medio de pruebas de flexión para lo cual se utiliza una viga de sección transversal de forma



cuadrada de dimensiones igual a 15cm, y una longitud de viga de 70cm, los apoyos se consideran a una distancia de 60cm centrado, las cargas serán aplicadas a 1/3 de la luz entre los apoyos.

Resistencia a la flexión: Los elementos de concreto durante cargas de flexión presentan regiones bien definidas en las cuales se encuentran a compresión y otra donde los esfuerzos de tracción son dominantes. (Sánchez, 1996 como se citó de Terreros y Carvajal, 2016).

Resistencia a cortante: El concreto ante este tipo de esfuerzos tiene baja resistencia, pero frecuentemente, es considerada por las normativas de diseño. Considerar esta clase de esfuerzos es de especial interés en el diseño de zapatas como de vigas, pues es en esos elementos donde se generan este tipo de esfuerzos que superan la resistencia del concreto (Sánchez, 1996 como se citó de Terreros y Carvajal, 2016). Por otro lado, McCormac y Brown (2018) mencionan que los valores de esta propiedad varían desde 1/3 a 4/5 de las resistencias a compresión.

Contracción por secado: McCormac y Brown (2018) nos dicen que este se presenta luego que el concreto se ha curado, pues empieza a secarse, de manera que el agua aflora a la superficie y se evapora; esto genera agrietamiento reduciendo la resistencia del concreto. Debido a este fenómeno, los refuerzos de los concreto estructurales pueden quedar expuestos a diversas condiciones que perjudiquen su funcionalidad.

A continuación, mencionaremos la Metodología AASHTO 93, según el Manual de Carreteras (2013), para la determinación de las capas que conforman el pavimento rígido.

El control de tráfico, se entiende como el volumen de vehículos cuantificados donde se recolectan datos en una ficha, estos vehículos pasan por un determinado lugar calzada, carril, calle o carretera en un tiempo dado.

Dentro de la metodología AASHTO 93 hay una característica que simplifica el efecto sobre el tránsito que da lugar al conocimiento de ejes equivalentes. Donde

se convierte las cargas de los ejes de cualquier vehículo en ejes equivalentes simples de 8.2 toneladas de peso, que se denomina (ESAL).

Se han clasificado 3 categorías:

a) b) Para caminos de bajo tránsito de volumen vehicular, de 150,001 a 1'000,000 EE, en el periodo de diseño y el carril.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Figura 2. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el Carril de Diseño. (Manual de Carreteras, 2016)

b) c) Para caminos que contienen un volumen de tránsito vehicular de 30'000.000 EE, en el periodo de diseño y carril.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Figura 3. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el Carril de Diseño. (Manual de Carreteras, 2016)

c) Para caminos con un tránsito de vehículos mayor a 30'000.000 EE, en el periodo de diseño y carril. Este tipo de caminos no incluye el Manual de Carreteras.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P15</sub>	> 30'000,000 EE

Figura 4. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el Carril de Diseño. (Manual de Carreteras, 2016)

A su vez mencionaremos sobre las propiedades geotécnicas de los suelos.

Las características y la investigación de los suelos es un aspecto relevante e importante ya que se va a determinar las propiedades geotécnicas del suelo, que servirá para el correcto diseño de los componentes del pavimento.

Las características fundamentales a considerar son:

Granulometría; es considerado como la distribución de los distintos tamaños que posee el agregado, se realiza mediante el tamizado mediante las especificaciones técnicas determinadas en el presente manual (MTC EM 107).

La granulometría tiene como propósito la determinación de los diferentes elementos que lo constituyen y que se clasifican según su tamaño.

Según el tamaño de las partículas del suelo se consideran lo siguiente:

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Figura 5. Clasificación de suelos según tamaño de partículas. (Manual de Carreteras, 2016)



La Plasticidad; es una propiedad de estabilización que contienen los suelos hasta un cierto grado de humedad sin que se disgregue, así es que la plasticidad determinada de un suelo no depende de los elementos o particular gruesos que lo contiene, sino que únicamente de las partículas o elementos finos. Esto no se aprecia en la granulometría así que es necesario determinarlo a través de los límites de Atterberg.

Para establecer como se comportará un suelo respecto al contenido de la humedad, lo hacemos a través de los límites de Atterberg, el cual define los 3 estados de su consistencia en los límites correspondientes en función a la humedad, y con ello puede determinarse si el suelo es de tipo líquido plástico o sólido, estos son los ensayos reglamentados por el MTC (Límite líquido, MTC EM 110), (Límite plástico, MTC EM 111), (Límite de contracción, MTC EM 112).

- Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.
- Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.
- Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC EM 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

Se considera como el índice de plasticidad a la magnitud de un intervalo de humedades en la cual la muestra del suelo contiene una consistencia de plasticidad permitiendo clasificar a un suelo bastante bien.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Figura 6. Clasificación de suelos según índice de Plasticidad. (Manual de Carreteras, 2016)

Clasificación de los suelos; con los resultados obtenidos de las características de los suelos podremos determinar con una aproximación el comportamiento que tienen los suelos referentes a granulometría plasticidad y poder clasificarlo.

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Figura 7. Correlación de Tipos de suelos AASHTO-SUCS. (Manual de Carreteras,2016)

Según el manual de carreteras la clasificación se efectuará bajo el sistema visualizado en el cuadro de arriba donde se determinará el tipo de suelo según los criterios geotécnicos:

Ensayos CBR; se determina luego que se haya clasificado el tipo de suelo por los sistemas SUCS y AASHTO, el manual de carreteras recomienda elaborar un perfil estratigráfico sectorizando la futura vialidad en tramos con características parecidas, de allí se establecerá un programa de ensayos para identificar el CBR que es la resistencia del suelo para lo cual se considerará al 95% de MDS y a 10% de una pulgada de penetración.

Algunas consideraciones para el cálculo del CBR en la subrasante:

- Cuando exista más de 6 valores de CBR por sector con características semejantes, se tomará el promedio de los valores obtenidos.
- Cuando exista más de 6 valores de CBR por sector con características semejantes, se hallará el valor de acuerdo a:
  - ✓ Tomar el valor promedio si los valores son parecidos o similares.

- ✓ Caso contrario, elegir el valor crítico (el menor valor) u otro modo consistirá en generar subsectores con semejantes valores de CBR, luego se obtendrá el valor promedio, tratando en lo posible que no sea menor de 100 m la longitud de los subsectores.
- Determinado cada CBR de diseño por sector se clasificará en función del cuadro que se muestra abajo recomendado por el Manual de Carreteras que figura debajo.

Categorías de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Figura 8. Categorías de Subrasante. (Manual de Carreteras,2016)

Diseño de losa de concreto, según el Manual de Carreteras (2013), sección suelos y pavimentos, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, nos indica que un pavimento debe estar conformado por una capa de rodadura de tipo bituminoso o de concreto Portland, una base y una subbase. Respecto al pavimento rígido, menciona que la capa de rodadura es una losa de concreto y dependiendo de la forma de construcción existen tres categorías, las cuales son pavimento de concreto simple con juntas, pavimento de concreto reforzado con juntas y pavimento de concreto con refuerzo continuo.

Respecto al concreto, McCormac y Brown (2018) nos dicen que es un material que resulta de la mezcla de arena, grava o roca triturada, además puede contener otros agregados, que se unen para formar una argamasa de características rocosa debido a un material aglomerante, el cual es el cemento, además de la

adición de agua. En algunas circunstancias, se le suele agregar uno o más aditivos con el fin de modificar algunas características del concreto.

Diseño de mezcla de concreto, el ingeniero Rivva (2015) refiere que es el proceso de selección de los componentes de la unidad cúbica de concreto, de la manera más conveniente, como también más económica para elaborar un producto que en el estado fresco tenga la consistencia y trabajabilidad necesaria, además que en estado endurecido satisfaga los requerimientos indicados en las especificaciones de obra y los planos.

Ahora se mencionarán las definiciones de los componentes del concreto y las normas técnicas exigidas por las especificaciones técnicas, sección 438, para pavimento de concreto hidráulico emitido por el MTC:

El cemento, es el material aglomerante, es decir el material que une todos los otros elementos para formar el concreto propiamente dicho. Abanto (2014) nos indica que este material se puede adquirir fácilmente; cuando entra en contacto con el agua, solo o con otros materiales pétreos, modifica sus características formando una estructura endurecida; básicamente nos dice que es un clínker, una sustancia triturada finamente, elaborada a través de la cocción a temperatura muy altas de calizas y arcillas en definidas proporciones.

El cemento empleado debe satisfacer los requerimientos de las normativas siguientes:

- Los cementos Pórtland normal Tipo I, II ó V respectivamente con las normas NTP 334.009, o la Norma ASTM C 150.
- Los cementos Pórtland puzolánicos Tipo IP y IPM deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 334.090, o con la Norma ASTM C 595.

El Agregado fino, nos menciona Harmsen (2017) es un elemento inerte que también constituye al concreto, pues no influye en los procesos químicos que ocurren entre el agua y el cemento, las características que debe tener son durabilidad, el material debe ser limpio, fuerte y duro, libre de impurezas como álcalis, pizarra, limo, polvo, como también de materias orgánicas. En su composición no se permitirá un porcentaje mayor a 5% de contenido de limos o



arcilla, tampoco más de 5% de material orgánico. Además, la granulometría deberá cumplir con la normativa NTP 400.37 ó ASTM-C-33, la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tamiz estándar	% peso del material que pasa el tamiz.
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	10 a 30
#100	2 a 10

Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado fino. (Harmsen, 2017)

Además, el agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos indicados en la figura 9.

El agregado grueso, nos indica Rivva (2015) es definido como aquel material que es retenido por el tamiz NTP 4,75 mm (N° 4), además que satisface los requisitos de la Norma 400.037. Por su parte Harmsen (2017) menciona que el agregado grueso está conformado por rocas sientíticas, dioríticas y graníticas, también puede usarse grava zarandeada obtenida de lechos de ríos o piedra chancada, de la misma manera que el agregado fino, en su composición no se permitirá un porcentaje mayor a 5% de contenido de finos o arcillas, tampoco más de 5% de material orgánico. El tamaño conveniente de éste será menor que la quinta parte de la distancia existente entre las paredes de la cimbra, ni  $\frac{3}{4}$  de la distancia mínima entre armadura, ni  $\frac{1}{3}$  de la profundidad de las losas. También, deberá cumplir con la norma ASTM-C-33 que fija los límites de gradación.

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
<b>Durabilidad</b>				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	- Sulfato de sodio	MTC E 207	NTP 400.016	10
	- Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	15
<b>Limpieza</b>				
Índice de plasticidad, % máximo		MTC E 111	NTP 339.129	No plástico
Equivalente de arena, %mínimo	$f'c \leq 21$ MPa (210 kg/cm <sup>2</sup> )	MTC E 114	NTP 339.146	65
	$f'c > 21$ MPa (210 kg/cm <sup>2</sup> )	MTC E 114	NTP 339.146	75
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Material que pasa el tamiz de 75 $\mu$ m (N.º 200), % máximo		MTC E 202	NTP 400.018	3
<b>Contenido de materia orgánica</b>				
Color más oscuro permisible		MTC E 213	NTP 400.024	Igual a muestra patrón
<b>Características químicas</b>				
Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , % máximo.		--	NTP 400.042	1,2
Contenido de cloruros, expresado como Cl <sup>-</sup> , % máximo.		--	NTP 400.042	0,1
<b>Absorción</b>				
Absorción de agua, % máximo		MTC E 205	NTP 400.022	4

Figura 9. Requisitos del agregado fino para pavimento de concreto hidráulico. (MTC, 2015)

Además, en la figura 10 se muestra los requisitos que deberá cumplir el agregado grueso con sus respectivas normativas.

Respecto al Agua, Rivva (2015) nos dice que esta se utilizará para la preparación de la mezcla y para el curado, además se prefiere que sea potable y debe ajustarse a los requerimientos de la norma NTP 339.088.

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
<b>Dureza</b>				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles		MTC E 207	NTP 400.019 NTP 400.020	40
<b>Durabilidad</b>				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm.	- Sulfato de sodio	MTC E 209	NTP 400.016	12
	- Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	18
<b>Limpieza</b>				
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
<b>Geometría de las partículas</b>				
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo		MTC E 210	D - 5821 (*)	60
Partículas chatas y alargadas (relación 5:1), % máximo		--	NTP 400.040	15
<b>Características químicas</b>				
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$ , % máximo.		--	NTP 400.042	1,0
Contenido de cloruros, expresado como $cl^-$ , % máximo.		--	NTP 400.042	0,1

Figura 10. Requisitos del agregado grueso para pavimento de concreto hidráulico. (MTC, 2015)

HUSO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm (4 pulg)	90mm (3 1/2 pulg)	75mm (3 pulg)	63mm (2 1/2 pulg)	50mm (2 pulg)	37,5mm (1 1/2 pulg)	25,0mm (1 pulg)	19,0mm (3/4 pulg)	12,5mm (1/2 pulg)	9,50mm (3/8 pulg)	4,75mm (N° 4)	2,36mm (N° 8)	1,18mm (N° 16)	4,75µm (N° 50)
1	90mm a 37,5mm (3 1/2 a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	----	25 a 60	----	0 a 15	----	0 a 15	----	----	----	----	----	
2	63mm a 37,5mm (2 1/2 a 1 1/2 pulg)	----	----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	----	0 a 15	----	----	----	----	----	
3	50mm a 25mm (2 a 1 pulg)	----	----	----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	----	0 a 5	----	----	----	----	
357	50mm a 4,75mm (2 pulg a N°4)	----	----	----	100	95 a 100	----	35 a 70	----	0 a 30	----	0 a 5	----	----	
4	37,5mm a 19,0mm (1 1/2 a 3/4 pulg)	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	----	0 a 5	----	----	----	
467	37,5mm a 4,75mm (1 1/2 pulg a N°4)	----	----	----	----	100	95 a 100	----	35 a 70	----	10 a 30	0 a 5	----	----	
5	25,0mm a 12,5mm (1 a 1/2 pulg.)	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	----	----	----	
56	25,0mm a 9,5mm (1 a 3/8 pulg.)	----	----	----	----	----	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	----	----	
57	25,0mm a 4,75mm (1 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	100	95 a 100	----	25 a 60	----	0 a 10	0 a 5	----	
6	19,0mm a 9,5mm (3/4 a 3/4 pulg.)	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	----	----	
67	19,0mm a 4,75mm (3/4 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	----	20 a 55	0 a 10	0 a 5	----	
7	12,5mm a 4,75mm (1/2 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	----	
8	9,5mm a 2,36mm (3/8 pulg a N°8)	----	----	----	----	----	----	----	----	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9,5mm a 1,18mm (3/8 pulg a N°16)	----	----	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	
9	4,75mm a 1,18mm (N°4 a N°16)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Figura 11. Requisitos granulométricos para el agregado grueso. (NTP 400.38, 2018)

Metodología AASHTO, describe los procedimientos para el dimensionamiento de las secciones de un pavimento desarrollado por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes, AASHTO por sus siglas en inglés. En el Manual de carreteras (2013) menciona que el Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993 es una de las guías más utilizadas en el Perú, en la cual dos parámetros influyen fundamentalmente en el diseño del pavimento, las cargas vehiculares y las características de la subrasante.

En este método se estima que en un pavimento nuevo la serviciabilidad se encontrará en un nivel alto y el nivel de servicio final se debe mantener concluyendo el período de diseño, el proceso es iterativo previamente se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegué al equilibrio.

$$\log_{10} w_{82} = Z_r * S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) * \log_{10} \left[ \frac{M_r * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J * (D^{0.75} - \frac{7.38}{(\frac{E_s}{K})^{0.25}})} \right]$$

Figura 12. Ecuación AASHTO93 (Manual de Carreteras,2016)

Donde:

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

$Z_R$  = desviación normal estándar.

$S_o$  = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del 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 (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días.  
(método de carga en los tercios de luz.)

$C_d$  = 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 (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

**Aspecto económico**, nos permite obtener coherencia y calidad de toda la información que relaciona al proyecto y sus objetivos, su elaboración fundamental, las variables que afectan al proyecto, actividades y soluciones. En la evaluación se debe identificar la situación y las distintas propuestas técnicas relacionado a los costos, que se concretan en utilidades (Camacho y Ramírez, 2015).

En la disciplina Evaluación de Proyectos la definición de viabilidad hace referencia a diversos conceptos. En la ingeniería económica o en el campo ingenieril, algunos autores manifiestan la viabilidad como la capacidad que posee un proyecto de alcanzar un buen desempeño económico o mejor dicho una tasa de rendimiento aceptable. (Camacho y Ramírez, 2015).

**Aspecto ambiental**, la creciente demanda de infraestructuras viales y el deficiente mantenimiento presentan retos para la ingeniería, en buscar alternativas para garantizar la durabilidad de los pavimentos de concreto; unos de los principales problemas son las fisuras, el no tratamiento y prevención generan el incremento de tamaño, afectando drásticamente la transitabilidad. La importancia de esta investigación es dar a conocer el uso de fibras sintéticas de polipropileno recicladas, como una alternativa para la disminución y control de fisuras por la retracción del concreto en su etapa plástica. Además, del aporte medioambiental en la reducción de materiales contaminantes de lenta degradación.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación.**

#### **Tipo de Investigación.**

La presente tesis es de tipo aplicado.

Según CONCYTEC (2018) se enfoca a determinarse mediante el conocimiento científico (tecnologías, métodos y protocolos) para cumplir una necesidad reconocida e indicada.

#### **Enfoque Cuantitativo.**

El enfoque usado en la presente tesis es cuantitativo ya que es secuencial y probatorio.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) en el enfoque cuantitativo usamos el recojo de información para demostrar que una hipótesis sea verdadera fundamentándose en la evaluación numérica.

#### **Diseño**

El tipo de diseño usado en la presente tesis de investigación es de tipo cuasi-experimental ya que vamos a manipular la muestra alterando alguna proporción de la mezcla, para así encontrar los efectos a través de las propiedades, Así como lo afirma Hernández, Fernández y Baptista (2014) Es cuando se manipulan una o más variables independientes referentes a una causa para así poder evaluar las consecuencias sobre una o más variables dependientes obteniendo los efectos, donde se requiere de un control de la situación.

### **3.2 Variables y Operacionalización.**

- Como variable independiente tenemos a la: “Fibra de polipropileno”.  
Respecto a las fibras de polipropileno Bonakdar y Mahoney (2017) nos indica que son fibras sintéticas elaboradas en un matriz plástica que posee bajo peso específico, estas pueden utilizarse para mejorar las propiedades del concreto, además nos indica que las fibras logran proporcionar una



capacidad extra de tensión y flexión al concreto luego de presentarse agrietamiento, de la misma forma que el acero de refuerzo; también las fibras al distribuirse homogéneamente sobre el concreto logran proporcionar un mayor reforzamiento en las tres dimensiones.

- Como variable dependiente tenemos a: “Diseño de pavimento rígido”. según el Manual de Carreteras (2013) Se denomina pavimento a la unión de capas de materiales adecuados y seccionados donde en su conjunto reciben las cargas provenientes del tránsito que las transmite hacia los estratos inferiores de forma disipada, estas cargas deben ser reducidas casi en su totalidad hacia la subrasante, son denominados rígidos ya que en la elaboración de la capa de rodadura se usa concreto.

### **3.3 Población muestra y muestreo.**

#### **Población.**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) es el conjunto o universo de todos los elementos y concuerdan con determinadas especificaciones.

En la presente tesis, la población que hemos identificado como unidad de análisis son probetas de concreto, por lo tanto, nuestra población estará dada por 36 probetas de concreto de forma cilíndrica y 12 probetas de concreto de forma de viga rectangular que serán elaborados con resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> y con un porcentaje distinto de fibras de polipropileno.

#### **Muestra.**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) la muestra es un subconjunto de la población, del cual se debe recolectar datos, se debe definir y delimitar con mucha precisión y debe de ser representativo de la población.

La muestra del presente proyecto de investigación está constituida por 36 probetas de concreto de forma cilíndrica y 12 viguetas de sección cuadrada de concreto.

## **Muestreo.**

El muestreo utilizado en la presente tesis de investigación es el no probabilístico intencional, debido a que no utilizamos una prueba estadística, siendo los investigadores quienes hemos definido la cantidad de muestras según nuestra conveniencia, así como lo define Hernández, Fernández y Baptista (2014) sobre la muestra no probabilística, la selección de cada elemento no se define por la probabilidad, sino para la forma o característica de la investigación o los propósitos del investigador.

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

#### **Técnicas.**

Según Sánchez y Reyes (2015) de acuerdo al objetivo de estudio se aplica una determinada técnica que es la herramienta de recolección de información de algún hecho o fenómeno.

Además, Borja (2016) menciona que existen diferentes técnicas para la recolección de información que puede ser: pruebas estandarizadas, la entrevista, la encuesta y la observación.

En la presente tesis de investigación se utilizará la técnica de observación ya que se está empleando un diseño cuasi-experimental, el cual se adecua a este tipo de diseño.

#### **Instrumento de Recolección de datos**

En cuanto al instrumento, Sánchez y Reyes (2015) menciona que la elección del instrumento dependerá de la técnica seleccionada previamente, además son herramientas que se utilizan principalmente en la fase de recolección de datos o de información.

Para la presente tesis de investigación se tendrá como instrumento fichas de recolección de datos de laboratorio determinados para las pruebas del agregado grueso y el agregado fino, así como para los ensayos de los testigos de concreto,

con la finalidad de obtener toda la información y datos de manera formal, concisa y con una alta confiabilidad.

### **Validez**

Al respecto Hernández (2014) afirma que la validez es el grado o la medida donde un instrumento es válido al medir las variables, dicho de otro modo, la validez del instrumento dependerá de la consistencia e intención de cómo fueron realizados, para encontrar la veracidad de las variables de estudio que se requiere medir.

Para la presente tesis se usará la ficha de recolección de datos de laboratorio para las pruebas del agregado grueso, agregado fino y ensayos de los testigos de concreto.

### **Confiabilidad.**

Según Hernández (2014) la confiabilidad es el grado o medida en la que un instrumento tiene la capacidad de brindar resultados de manera coherente y consistente.

En la presente tesis, la coherencia y consistencia de las fichas de recolección de datos de laboratorio son respaldados por el laboratorio en el cual se realizarán los ensayos respectivos, además de anexar los certificados de calibración de los equipos que garantizan la precisión de los datos a obtener.

### **3.5 Procedimiento.**

Para desarrollar la presente tesis se utilizará el método científico, con un enfoque cuantitativo que es de tipo aplicada con un diseño cuasi-experimental donde la población estará conformada de 36 probetas de concreto de resistencia de diseño de 350 kg/cm<sup>2</sup> donde se incorporará fibras de polipropileno en diferentes porcentajes.

De la cual se tomará como muestra para el análisis las 36 probetas de concreto y 12 viguetas de concreto. Para la recolección de información y de datos se usará la técnica de observación de la cual tendremos como instrumento las fichas de

recolección de datos de laboratorio las cuales antes de ser aplicadas se validarán por dos ingenieros especialistas habilitados y colegiados, y un metodólogo.

Seguidamente con los datos obtenidos procederemos con los análisis mediante los softwares Excel donde se realizarán las tablas y gráficos, SPSS v.27 para realizar el análisis de la varianza anova, y finalmente se realizarán las discusiones, conclusiones y recomendaciones donde se contrastarán los objetivos planteados por la presente investigación.

### **3.6 Método de análisis de datos**

En la presente tesis, la data recolectada relativa a la caracterización, volumen, calidad de los componentes del diseño de mezcla para el concreto serán procesadas con la ayuda de hojas de cálculo Excel 2019 y luego serán analizadas y comparadas con los parámetros establecidos en la NTP para cada dimensión planteada. Posterior a ello, se procederá a elaborar los concretos bajo la metodología del ACI del comité 211 para luego realizar los ensayos de los testigos y recolectar los datos bajo el método de la observación. Esto con la finalidad de evaluar las propiedades plásticas y mecánicas del concreto con incorporación de fibra de polipropileno, también para diseñar el pavimento rígido considerando los parámetros de la metodología AASHTO 93 para el uso del concreto en el diseño de las losas para pavimentos rígidos.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente tesis de investigación titulado “Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021” es de condición original, cuya autoría y autenticidad se les atribuye a los investigadores que se mencionan en la declaración jurada.

A su vez la estructura para su desarrollo se encuentra respaldado y avalado ya que se rige a las normativas de investigación de la Universidad Cesar Vallejo. Además, garantiza la estructura metodológica usado en el presente proyecto.

#### **IV. RESULTADOS**

## Ubicación del área de estudio

El lugar donde se realizaron los estudios se encuentra ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, departamento de Lima, la vía localizada exactamente es en la Avenida La Cantuta en la Asociación de Propietarios Los Balcones.

**Resultados de la variable:** Fibras de polipropileno

### Dimensión 1: Dosificación

Para el presente desarrollo de investigación se utilizó las fibras de polipropileno en 3 proporciones distintas 200gr x m<sup>3</sup>, 400gr x m<sup>3</sup> y 600gr x m<sup>3</sup>, estas proporciones fueron hallados en relación a los antecedentes de las investigaciones estudiadas.

La fibra que se utilizó en la presente tesis es de tipo microfibra es reciclada e industrializada por z aditivos.

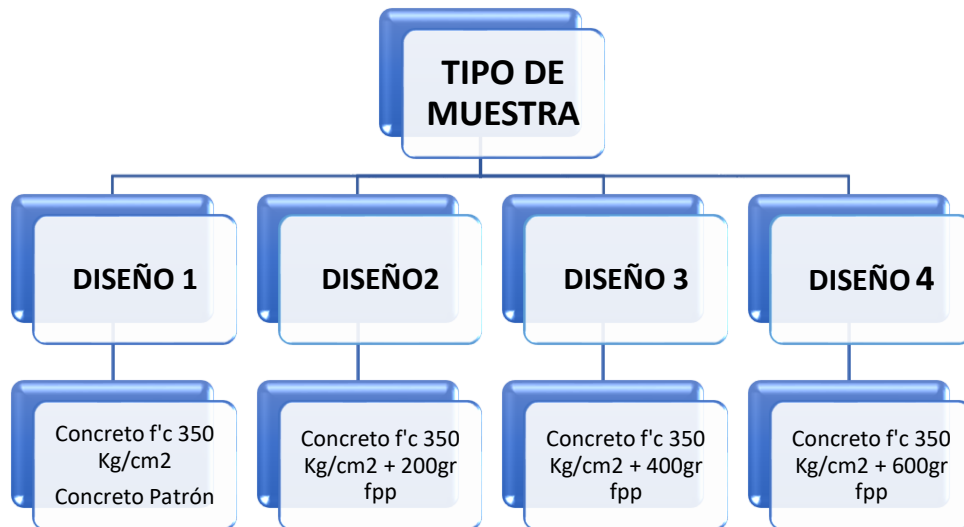


Figura 13. Determinación de los distintos tipos de diseño de mezclas. (Elaboración propia)

## Resultados de la variable: Diseño de pavimento rígido.

### Dimensión 1: propiedades mecánicas de la losa de concreto.

#### Diseño de mezclas por el método ACI 211

Para el desarrollo de la presente tesis, se hizo el diseño de mezcla del concreto utilizando la metodología ACI 211 a una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup> considerando 4 tipos, con misma dosificación incorporando fibras de polipropileno en cantidades de 200g, 400g y 600g en relación a 1 m<sup>3</sup>.

Insumos	En relación a 1m <sup>3</sup>	Fracción de 0.040 m <sup>3</sup>
<b>Cemento sol tipo 1</b>	402 (kg)	15.99 kg
<b>Agregado grueso</b>	756 (kg)	30.10 kg
<b>Agregado fino</b>	969 (kg)	38.50 kg
<b>Agua efectiva</b>	224 L	8.92 L
<b>Aire Atrapado</b>	1.5 %	1.5 %
<b>Fibra de Polipropileno</b>	0.000 g	0.00 g

Tabla 2. Dosificación del primer diseño de mezclas considerado patrón donde no se incorporó fibra de polipropileno. (Elaboración Propia)

**Interpretación:** según los datos obtenidos para el diseño 1 como se observa en la tabla 2 se hizo un diseño patrón sin la incorporación de fibra de polipropileno, donde se hizo la mezcla y a su vez se hizo la corrección de agua para luego considerar el agua efectiva.

<b>Insumos</b>	<b>En relación a 1m3</b>	<b>Fracción de 0.040 m3</b>
<b>Cemento sol tipo 1</b>	402 (kg)	15.99 kg
<b>Agregado grueso</b>	756 (kg)	30.10 kg
<b>Agregado fino</b>	969 (kg)	38.50 kg
<b>Agua efectiva corregida</b>	224 L	8.92 L
<b>Aire Atrapado</b>	1.5 %	1.5 %
<b>Fibra de Polipropileno</b>	200 g	7.64 g

Tabla 3. Dosificación del segundo diseño de mezclas de concreto de f'c 350 Kg/cm2 con incorporación de 200 gr fibra de polipropileno. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Según los datos obtenidos para el diseño 2 como se observa en la tabla, se hizo un concreto convencional con la incorporación de fibras de polipropileno, obteniendo valores para una tanda de 0.040 m3.

<b>Insumos</b>	<b>En relación a 1m3</b>	<b>Fracción de 0.045 m3</b>
Cemento sol tipo 1	402 (kg)	15.99 kg
Agregado grueso	756 (kg)	30.10 kg
Agregado fino	969 (kg)	38.50 kg
Agua efectiva corregida	224 L	8.92 L
Aire Atrapado	1.5 %	1.5 %
Fibra de Polipropileno	400 g	15.91 g

Tabla 4. Dosificación del tercer diseño de mezclas donde se incorporó 400gr de fibra de polipropileno. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Según los datos obtenidos para el diseño 3 tenemos los siguientes resultados, cemento sol tipo 1 15.99kg, agregado grueso 30.10, agregado fino 38.50kg agua efectiva 8.92L, aire atrapado 1.5% y fibra de polipropileno 400gr.



<b>Insumos</b>	<b>En relación a 1m3</b>	<b>Fracción de 0.045 m3</b>
Cemento sol tipo 1	402 (kg)	15.99 kg
Agregado grueso	756 (kg)	30.10 kg
Agregado fino	969 (kg)	38.50 kg
Agua efectiva corregida	224 L	8.92 L
Aire Atrapado	1.5 %	1.5 %
Fibra de Polipropileno	600 g	23.86 g

Tabla 5. Dosificación del cuarto diseño donde se incorporó 600gr de fibra de polipropileno. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Según los datos obtenidos para el diseño 4 la dosificación del concreto es similar a la de los demás diseños además de la incorporación de la fibra de polipropileno en cantidad de 600gr.

<b>Tamiz N°</b>	<b>Peso retenido (g)</b>	<b>Parcial retenido (%)</b>	<b>Acumulado retenido (%)</b>	<b>Acumulado que pasa (%)</b>
<b>4"</b>	-	-	-	-
<b>3 1/2"</b>	-	-	-	-
<b>3"</b>	-	-	-	-
<b>2 1/2"</b>	-	-	-	-
<b>2"</b>	-	-	-	-
<b>1 1/2"</b>	-	-	-	-
<b>1"</b>	797.6	7.47	7.47	92.5
<b>3/4"</b>	4697.2	44.0	51.48	48.5
<b>1/2"</b>	4744.2	44.45	95.92	4.1
<b>3/8"</b>	395.1	3.70	99.62	0.40
<b>N°4</b>	40.20	0.38	100.0	-
<b>N°8</b>	-	-	-	-
<b>N°16</b>	-	-	-	-
<b>N°30</b>	-	-	-	-
<b>N°50</b>	-	-	-	-
<b>N°100</b>	-	-	-	-
<b>N°200</b>	-	-	-	-
<b>&lt;N°200</b>	-	-	-	-

Tabla 6. Ensayos del agregado grueso por tamizado. Granulometría. (Elaboración propia)

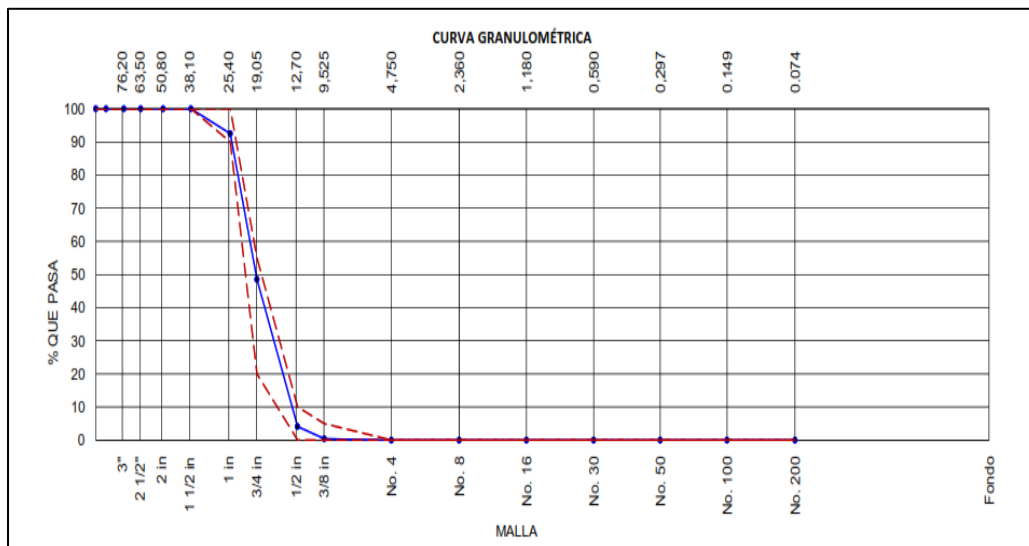


Figura 14. Curva granulométrica del agregado grueso. (Elaboración propia)

**Interpretación:** La tabla 6 y la figura 14 muestra los resultados del análisis granulométrico según la NTP 400.012 del agregado grueso, para el ensayo se constituyó una muestra representativa de 3 kg para así determinar el tamaño máximo nominal que es de 1" con un 25.40 y tamaño máximo de 1 ½, este ensayo está determinado por la norma ASTM C33 donde el agregado grueso cumple con lo indicado.

Datos	Agregado grueso		
	1	2	promedio
Masa secada al horno	4900.1	4903.6	
Masa de la muestra al aire SSD	4939.1	4939.9	
Masa de la muestra sumergida	3091.5	3098.6	
Densidad relativa (OD)	2.652	2.663	2.658
Densidad relativa (SSS)	2.673	2.683	2.678
Densidad relativa aparente	2.709	2.717	2.713
% de absorción	0.8	0.7	0.768

Tabla 7. Densidad relativa y absorción del agregado grueso. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Para realizar el ensayo de peso específico se hizo con la normativa ASTM C127-15. Donde se realizó el ensayo con una muestra de 5kg donde se colocó al horno durante un tiempo constante de 16 a 24 horas, luego se dejó que la muestra repose y enfrié, luego se hizo el peso correspondiente luego de hizo el lavado y remojo durante 24 horas además se obtuvo un porcentaje de absorción de 0.768.

<b>Datos</b>	<b>1</b>
<b>Masa del recipiente (gr)</b>	2367.8
<b>Masa del recipiente + muestra húmeda (gr)</b>	13086.4
<b>Masa del recipiente + muestra seca (gr)</b>	13040.1
<b>Porcentaje de humedad (%)</b>	0.4

Tabla 8. Contenido de humedad del agregado grueso. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Para determinar el contenido de humedad del agregado grueso se tomó como muestra la cantidad de 1.5 kg, donde se pasó al horno y se secó la muestra en un lapso de 16 a 24 horas, luego se procedió a secar la muestra en estado seco, obteniendo como resultado el porcentaje de humedad de 0.40%.

<b>Descripción</b>	<b>Agregado natural</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>promedio</b>
<b>Peso del molde (kg)</b>	3.577	3.577	
<b>Volumen del molde (m3)</b>	0.007	0.007	
<b>Peso del molde + muestra suelta (kg)</b>	13.441	13.589	1407
<b>Peso de muestra suelta (kg)</b>	9.834	10.012	
<b>Peso unitario suelto (kg/m3)</b>	1394	1419	

Tabla 9. Peso unitario suelto del agregado grueso. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Se obtuvo los resultados en laboratorio del peso específico según la normativa ASTM C29- NTP 400.017-MTC E203) para obtener el peso unitario del agregado grueso se utilizó un molde con dimensiones de una altura de 0.30m y diámetro de 0.21m, para el cual se hizo la compactación en el molde colocando el material en 3 capas, donde se hizo el varillado con 25 golpes. Los resultados obtenidos fueron de 1407kg/m<sup>3</sup>.

Descripción	Agregado natural		
	1	2	promedio
<b>Peso del molde (kg)</b>	3.577	3.577	
<b>Volumen del molde (m<sup>3</sup>)</b>	0.007	0.007	
<b>Peso del molde + muestra suelta (kg)</b>	14.642	14504	1559
<b>Peso de muestra suelta (kg)</b>	11.065	10.927	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1569	1549	

Tabla 10. Peso unitario compactado del agregado grueso. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Para el presente ensayo se obtuvo los resultados respetando la normativa ASTM C29- NTP 400.017-MTC E203), donde se obtuvo los resultados de la muestra de agregado grueso de 1559 kg/m<sup>3</sup>.

<b>Tamiz N°</b>	<b>Peso retenido (g)</b>	<b>Parcial retenido (%)</b>	<b>Acumulado retenido (%)</b>	<b>Acumulado que pasa (%)</b>
<b>4"</b>	-	-	-	-
<b>3 1/2"</b>	-	-	-	-
<b>3"</b>	-	-	-	-
<b>2 1/2"</b>	-	-	-	-
<b>2"</b>	-	-	-	-
<b>1 1/2"</b>	-	-	-	-
<b>1"</b>	-	-	-	-
<b>3/4"</b>	-	-	-	-
<b>1/2"</b>	-	-	-	-
<b>3/8"</b>	-	-	-	-
<b>N°4</b>	0.8	0.20	0.20	99.8
<b>N°8</b>	51.4	12.67	12.87	87.1
<b>N°16</b>	84.5	20.85	33.71	66.3
<b>N°30</b>	74.6	18.41	52.12	47.9
<b>N°50</b>	60.0	14.80	66.92	33.1
<b>N°100</b>	41.2	10.16	77.08	22.9
<b>N°200</b>	28.2	6.96	84.04	16.0
<b>&lt;N°200</b>	64.7	-	84.04	16.0

Tabla 11. Ensayos del agregado fino. (Elaboración propia)

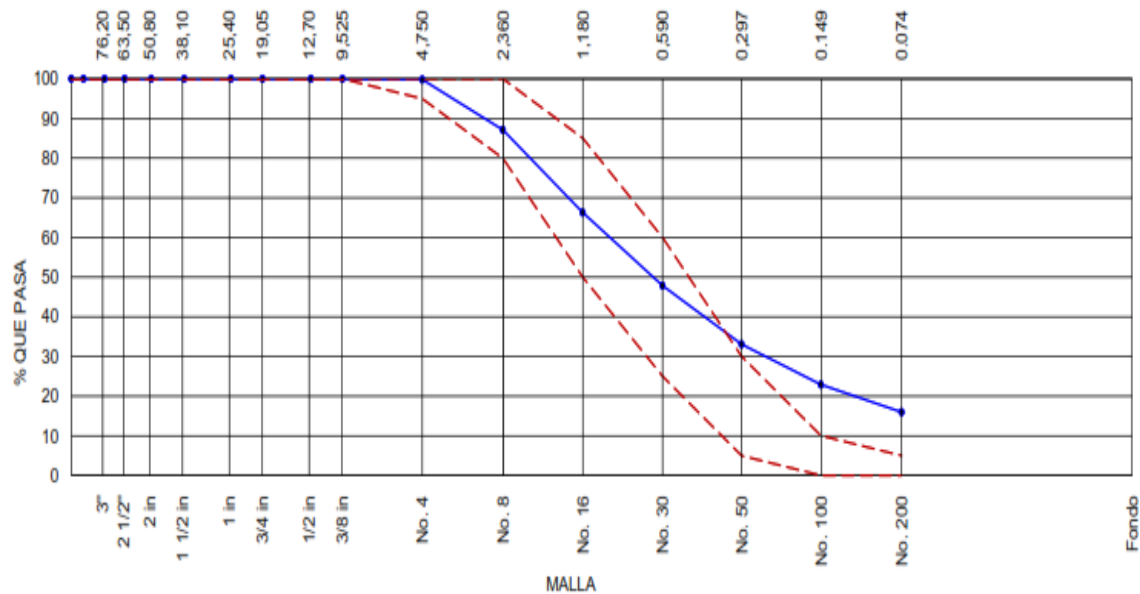


Figura 15. Curva granulométrica del agregado fino. (Elaboración propia)

**Interpretación:** La figura 15 muestra los resultados del análisis granulométrico según la normativa ASTM D422 del agregado fino, para el ensayo se constituyó una muestra representativa de 1kg, donde se obtuvo el módulo de fineza de 2.43.

Datos	Agregado grueso		
	1	2	promedio
<b>Masa secada al horno</b>	490	490	
<b>Masa de picnómetro con agua</b>	665.6	335.6	
<b>Masa de picnómetro con agua + muestra SSS</b>	975.6	975.6	
<b>Masa saturada con superficie seca SSS</b>	500	500	
<b>Densidad relativa (OD)</b>	2.579	2.579	2.579
<b>Densidad relativa (SSD)</b>	2.632	2.632	2.632
<b>Densidad relativa aparente</b>	2.722	2.722	2.722
<b>% de absorción</b>	2.0	2.0	2.04

Tabla 12. Densidad relativa y absorción del agregado fino. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Para realizar el ensayo de peso específico se hizo con la normativa ASTM C128. Donde se realizó el ensayo con una muestra de 500gr donde se colocó al horno durante un tiempo constante de 16 a 24 horas, luego se

dejó que la muestra repose y enfríe, luego se hizo el peso correspondiente luego de hizo el lavado y remojo durante 24 horas además se obtuvo un porcentaje de absorción de 2.04

<b>Datos</b>	<b>1</b>
<b>Masa del recipiente (gr)</b>	242.3
<b>Masa del recipiente + muestra húmeda (gr)</b>	2563.7
<b>Masa del recipiente + muestra seca (gr)</b>	2538.7
<b>Porcentaje de humedad (%)</b>	1.1

Tabla 13. Contenido de humedad del agregado fino. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Para determinar el contenido de humedad del agregado se determinó mediante la norma ASTM D2216, se tomó como muestra la cantidad de 0.500 kg, donde se pasó al horno y se secó la muestra en un lapso de 16 a 24 horas, luego se procedió a secar la muestra en estado seco, obteniendo como resultado el porcentaje de humedad de 1.10%.

<b>Descripción</b>	<b>Agregado natural</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>promedio</b>
<b>Peso del molde (kg)</b>	3.577	3.577	
<b>Volumen del molde (m3)</b>	0.007	0.007	
<b>Peso del molde + muestra suelta (kg)</b>	15.050	15.210	
<b>Peso de muestra suelta (kg)</b>	11.473	11.633	
<b>Peso unitario suelto (kg/m3)</b>	1626	1649	1638

Tabla 14. Peso unitario suelto del agregado fino. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Se obtuvo los resultados en laboratorio del peso específico según la normativa ASTM C29- NTP 400.017-MTC E203) para obtener el peso unitario

del agregado fino se utilizó un molde con dimensiones de una altura de 0.30m y diámetro de 0.21m, para el cual se hizo la compactación en el molde colocando el material en 3 capas, donde se hizo el varillado con 25 golpes. Los resultados obtenidos fueron de 1638kg/m<sup>3</sup>.

Descripción	Agregado natural		
	1	2	promedio
<b>Peso del molde (kg)</b>	3.577	3.577	
<b>Volumen del molde (m<sup>3</sup>)</b>	0.007	0.007	
<b>Peso del molde + muestra suelta (kg)</b>	16.437	16460	
<b>Peso de muestra suelta (kg)</b>	12860	12884	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1823	1826	1825

Tabla 15. Peso unitario compactado del agregado fino. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Para el presente ensayo se obtuvo los resultados respetando la normativa ASTM C29- NTP 400.017-MTC E203), donde se obtuvo los resultados de la muestra de agregado fino de 1825 kg/m<sup>3</sup>.



Diseño de mezcla	Temperatura (°C)
Diseño 1 patrón	23.5
Diseño 2 (200g) fibra de polipropileno	23.2
Diseño 3 (400g) fibra de polipropileno	23.0
Diseño 4 (600g) fibra de polipropileno	22.9

Tabla 16. Temperatura del concreto para cada diseño de mezcla. (Elaboración propia)

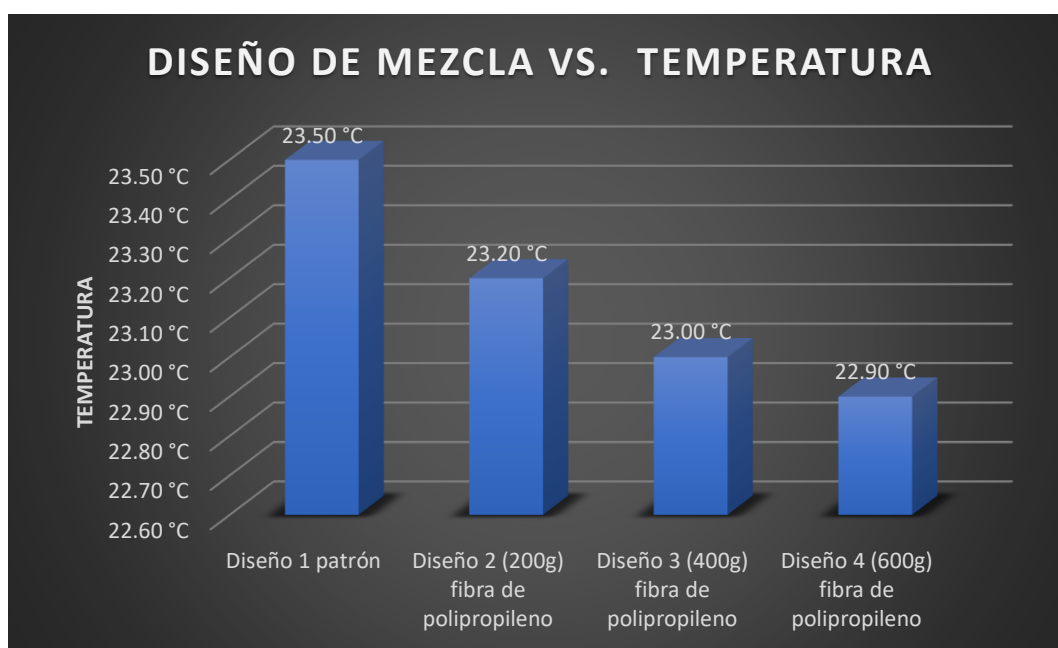


Figura 16. Comparación de la temperatura de cada diseño de mezcla. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Según la tabla 16 y la figura 16 la temperatura disminuye para el diseño 1,2,3 según se va incorporando fibras de polipropileno en proporciones de 200g, 400g, y 600g.

Diseño de mezcla	Asentamiento (pulg)
Diseño 1 patrón	3 ½"
Diseño 2 (200g) fibra de polipropileno	3.0"
Diseño 3 (400g) fibra de polipropileno	2 ½"
Diseño 4 (600g) fibra de polipropileno	2.0"

Tabla 17. Prueba de Revenimiento (Slump) (Elaboración propia)

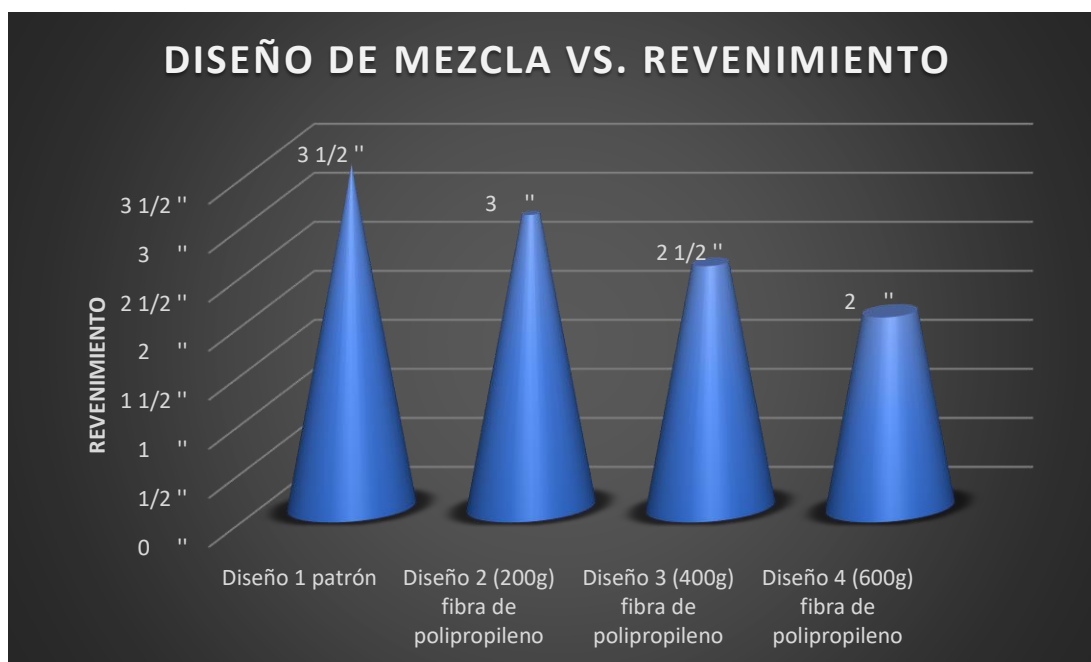


Figura 17. Comparación del revenimiento de cada diseño de mezcla. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Según la tabla 17 y el gráfico 17 para el diseño de mezcla convencional o patrón tiene una consistencia fluida con un slump de 3 ½" que significa que tiene más fluidez, para los demás diseños con incorporación de fibra de 200g, 400g y 600g observamos que va reduciendo el slump y se va haciendo menos fluida.

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga-fuerza (kg)	Resistencia (kg/ cm2)	Resistencia promedio (kg/ cm2)	Resistencia (%)	Resistencia promedio (%)
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	3	350	19410	244.68	242.24	70%	69%
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	3	350	18170	229.05		65%	
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.03	20.13	3	350	19990	253.00		72%	
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.13	3	350	25230	318.05	315.39	91%	90%
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.04	20.11	3	350	23886	301.11		86%	
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.12	3	350	25838	327.01		93%	
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.05	20.12	3	350	29337	369.82	366.77	106%	105%
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.03	20.11	3	350	27775	350.13		100%	
Diseño 1 (PATRON)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.04	20.11	3	350	30044	380.35		109%	

Figura 18. Resultados de ensayos a compresión del diseño 1 (Ensayo ASTM C31). (Elaboración propia)

**Interpretación:** Como se visualiza en la figura 18 se realizó las muestras de concreto en moldes cilíndricos de medidas de 4"x8" luego se hizo el curado respectivo respetando la normativa ASTM C31 Y ASTM C192, se realizó el curado a los 7, 14 y 28 días respectivamente para su posterior ensayo a compresión determinado por la normativa ASTM C39 para muestras cilíndricas obteniendo los siguientes resultados a las distintas edades del concreto considerando la resistencia patrón o inicial de 350 kg/cm2 donde se evidencio que a los 7 días de curado obtuvo una resistencia promedio de 242.24 kg/cm2 llegando a un porcentaje promedio de 69%, a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 315.39 kg/cm2 con un porcentaje promedio de 90%, y concluyendo a los 28 días de curado con una resistencia de 366.73 kg/cm2.

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga - fuerza (kg)	Resistencia (kg/ cm2)	Resistencia promedio (kg/ cm2)	Resistencia (%)	Resistencia promedio (%)
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.03	20.11	2	350	21300	269.58	268.81	77%	77%
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.01	20.11	2	350	20980	266.59		76%	
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.02	20.13	2	350	21310	270.25		77%	
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.03	20.11	2	350	27243	344.80	343.97	99%	98%
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.01	20.11	2	350	26883	341.60		98%	
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.02	20.13	2	350	27245	345.51		99%	
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.03	20.11	2	350	31678	400.93	399.96	115%	114%
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.01	20.11	2	350	31259	397.21		113%	
Diseño 2 (200g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.02	20.13	2	350	31680	401.75		115%	

Figura 19. Resultados de ensayos a compresión a distintas edades del diseño 2. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Como se visualiza en la figura 19 se realizó las muestras de concreto en moldes cilíndricos de medidas de 4"x8" luego se hizo el curado respectivo respetando la normativa ASTM C31 Y ASTM C192, se realizó el curado a los 7, 14 y 28 días respectivamente para su posterior ensayo a compresión determinado por la normativa ASTM C39 para muestras cilíndricas obteniendo los siguientes resultados a las distintas edades del concreto considerando la resistencia patrón o inicial de 350 kg/cm<sup>2</sup>, donde se evidencio que a los 7 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 268.81 kg/cm<sup>2</sup> llegando a un porcentaje promedio de 69%, a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 343.97 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje promedio de 90%, y concluyendo a los 28 días de curado con una resistencia de 399.96 kg/cm<sup>2</sup>.

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga - fuerza (kg)	Resistencia (kg/ cm2)	Resistencia promedio (kg/ cm2)	Resistencia (%)	Resistencia promedio (%)
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	3	350	21700	276.29	277.90	79%	79%
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	3	350	21700	276.29		79%	
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.03	20.12	3	350	22080	281.13		80%	
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.13	3	350	27921	351.97	353.69	101%	101%
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.04	20.11	3	350	27921	351.97		101%	
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.12	3	350	28217	357.13		102%	
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.05	20.12	3	350	32466	409.27	411.27	117%	118%
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.05	20.11	3	350	32466	409.27		117%	
Diseño 3 (400g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.04	20.11	3	350	32811	415.27		119%	

Figura 20. Resultados de ensayos a compresión del diseño 3. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Como se visualiza en la figura 20 se realizó las muestras de concreto en moldes cilíndricos de medidas de 4"x 8" luego se hizo el curado respectivo respetando la normativa ASTM C31 Y ASTM C192, se realizó el curado a los 7, 14 y 28 días respectivamente para su posterior ensayo a compresión determinado por la normativa ASTM C39 para muestras cilíndricas obteniendo los siguientes resultados a las distintas edades del concreto considerando la resistencia patrón o inicial de 350 kg/cm2, donde se evidencio que a los 7 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 277.91 kg/cm2 llegando a un porcentaje promedio de 69%, a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 353.69 kg/cm2 con un porcentaje promedio de 90%, y concluyendo a los 28 días de curado con una resistencia de 411.27 kg/cm2.

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga - fuerza (kg)	Resistencia (kg/ cm2)	Resistencia promedio (kg/ cm2)	Resistencia (%)	Resistencia promedio (%)
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.03	20.11	3	350	21700	274.10	275.89	78%	79%
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	3	350	21700	273.55		78%	
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	11/11/2021	7	10.03	20.12	3	350	22080	280.01		80%	
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.13	3	350	27735	349.63	351.54	100%	100%
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.04	20.11	3	350	27689	349.04		100%	
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.12	3	350	28123	355.94		102%	
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.04	20.12	3	350	32250	406.54	408.76	116%	117%
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.03	20.11	3	350	32196	405.87		116%	
Diseño 4 (600g ffp)	04/11/2021	02/12/2021	28	10.04	20.11	3	350	32701	413.88		118%	

Figura 21. Resultados de ensayos a compresión del diseño 4

**Interpretación:** Como se visualiza en la figura 21 se realizó las muestras de concreto en moldes cilíndricos de medidas de 4"x 8" luego se hizo el curado respectivo respetando la normativa ASTM C31 Y ASTM C192, se realizó el curado a los 7, 14 y 28 días respectivamente para su posterior ensayo a compresión determinado por la normativa ASTM C39 para muestras cilíndricas obteniendo los siguientes resultados a las distintas edades del concreto considerando la resistencia patrón o inicial de 350 kg/cm<sup>2</sup>, donde se evidencio que a los 7 días de curado se obtuvo una resistencia promedio de 275.89 kg/cm<sup>2</sup> llegando a un porcentaje promedio de 69%, a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 351.54 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje promedio de 90%, y concluyendo a los 28 días de curado con una resistencia de 408.76 kg/cm<sup>2</sup>.

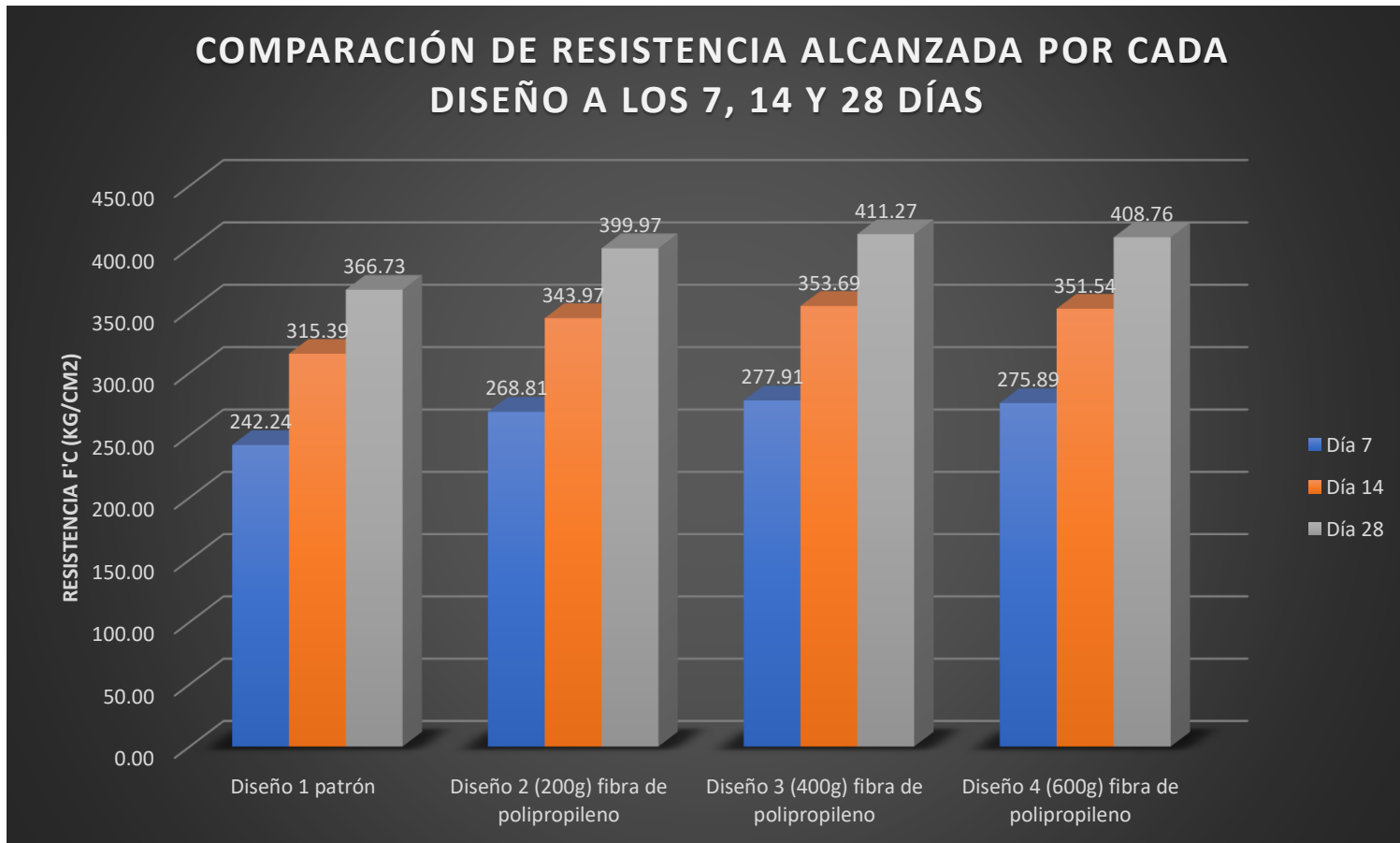


Figura 22. Resistencia alcanzada por cada diseño a los 7, 14 y 28 días de curado. (Elaboración propia)

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia obtenida (kg/ cm2)	Resistencia promedio obtenida (kg/ cm2)	Resistencia obtenida (%)	Resistencia promedio obtenida (%)
Diseño 1 (Patron)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	4462	54.62	54.99	16%	16%
Diseño 1 (Patron)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	4521	55.35		16%	

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia obtenida (kg/ cm2)	Resistencia promedio obtenida (kg/ cm2)	Resistencia obtenida (%)	Resistencia promedio obtenida (%)
Diseño 2 (200gr)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	5548	67.92	68.29	19%	20%
Diseño 2 (200gr)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	5608	68.65		20%	

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia obtenida (kg/ cm2)	Resistencia promedio obtenida (kg/ cm2)	Resistencia obtenida (%)	Resistencia promedio obtenida (%)
Diseño 3 (400gr)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	5895	73.11	72.03	21%	21%
Diseño 3 (400gr)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	5721	70.95		20%	

Tipo de diseño	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Resistencia de diseño (kg/ cm2)	Carga de rotura (kg)	Resistencia obtenida (kg/ cm2)	Resistencia promedio obtenida (kg/ cm2)	Resistencia obtenida (%)	Resistencia promedio obtenida (%)
Diseño 4 (600gr)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	5482	66.68	67.22	19%	19%
Diseño 4 (600gr)	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	tercio central	350	5570	67.75		19%	

Figura 23. Resultado de Ensayos de flexión del concreto. (Elaboración propia)



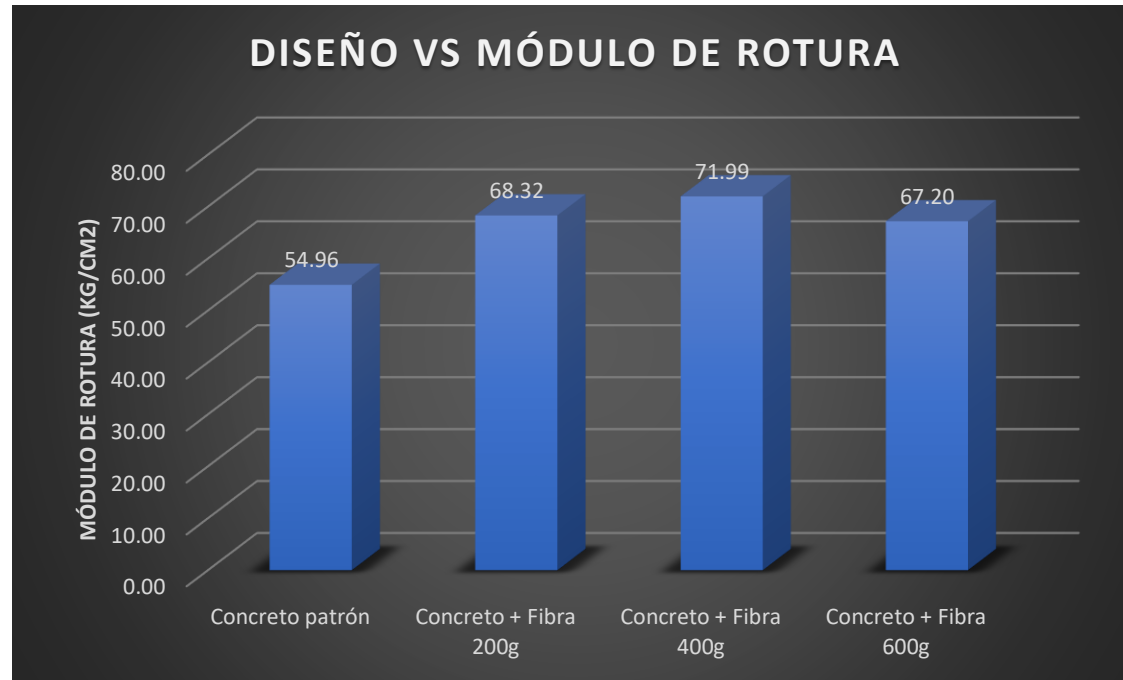


Figura 24. Comparación de los módulos de rotura a los 28 días de los distintos diseños. (Elaboración propia)

**Interpretación:** Los resultados obtenidos en laboratorio se realizaron con la normativa ASTM C39, donde se obtuvo los siguientes resultados, para un concreto convencional se tuvo una resistencia promedio de 54.99kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con incorporación de 200gr de fibra de polipropileno un resultado promedio de 68.29 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con incorporación de 400gr de fibra de polipropileno un resultado promedio de 72.03 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto con incorporación de 600gr de fibra de polipropileno un resultado promedio de 67.22 kg/cm<sup>2</sup>, visualizando los datos se obtuvo un mejor resultado con la incorporación de 600gr por metro cubico de concreto.

## Dimensión 2: Metodología AASHTO 93

Esta metodología es la recomendada para el cálculo de los espesores de las diferentes capas que conforman un pavimento, para lo cual se utiliza diferentes parámetros. Como tenemos diferentes diseños de concreto lo único que variaremos son los parámetros que corresponde a las propiedades del concreto manteniéndose los demás parámetros iguales. En los Anexos se mostrarán los cálculos realizados para obtener los parámetros de diseño y los espesores.

$$\log_{10} W_{82} = Z_r * S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32p_t) * \log_{10} \left[ \frac{M_r * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J * (D^{0.75} - \frac{7.38}{(\frac{E_c}{K})^{0.25}})} \right]$$

Figura 25. Ecuación AASHTO 93 para cálculo de espesores de pavimento rígido

### Indicador: Conteo Vehicular

Para el Cálculo del ESAL la guía AASHTO, en la cual se basa el Manual de Carreteras nos recomienda la siguiente expresión:

Parámetros	Descripción
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
EE <sub>dis-carril</sub>	<p>EE<sub>dis-carril</sub> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p>EE<sub>dis-carril</sub> = IMD<sub>i</sub> x Fd x Fc x Fvp<sub>i</sub> x Fp<sub>i</sub></p> <p>donde:</p> <p>IMD<sub>i</sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N°6.1.</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N°6.1.</p> <p>Fvp<sub>i</sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp<sub>i</sub>: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2)
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Figura 26. Conceptos de los parámetros para calcular EE día-carril. (Manual de Carreteras, 2016)

$$N_{rep} \text{ de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

Figura 27. Conceptos de los parámetros para calcular N rep. de EE de 8.2 tn. (Manual de Carreteras, 2016)

Los factores de distribución direccionales (fd) y de carril (fc) se obtuvieron en función del siguiente cuadro recomendado por la guía AASHTO 93:

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Figura 28. Factor de distribución direccional y factor de carril. (Manual de Carreteras, 2016)

Cálculo de Factor de ejes equivalentes o Factor vehículo pesado

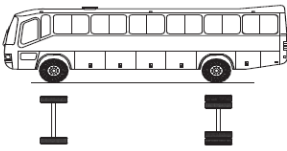
Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							
B2								
	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Carga	7	11						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje simple						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						
Peso	7	11						<b>Total Factor</b>
Factor E.E.	1.273	3.335						4.608

Figura 29. Factor de EE de B2. (Elaboración propia)

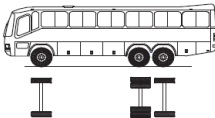
Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos						
B3-1							
	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$	$EE_{T1} = [P / 13.0]^{4.1}$					
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Carga	7	16					
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem					
Tipo de Rueda	Rueda Simple	1 Eje Rueda Doble + 1 Eje Rueda Simple					
Peso	7	16					<b>Total Factor</b>
Factor E.E.	1.273	2.343					3.616

Figura 30. Factor de EE de B3-1. (Elaboración propia)

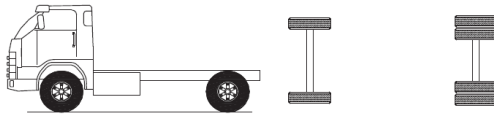
Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							
C2								
	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Carga	7	11						
Carga	7	11						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						
Peso	7	11					<b>Total Factor</b>	
Factor E.E.	1.273	3.335					4.608	

Figura 31. Factor de EE de C2. (Elaboración propia)

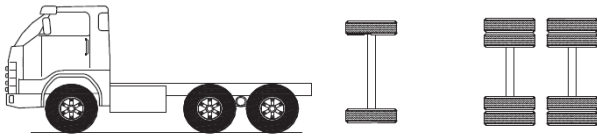
Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos						Long. Máxima (m)
C3							
	$EE_{E1} = [P / 6.6]^{4.1}$	$EE_{TR2} = [P / 13.3]^{4.1}$					
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Carga	7	18					
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem					
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble					
Peso	7	18					<b>Total Factor</b>
Factor E.E.	1.273	3.458					4.731

Figura 32. Factor de EE de C3. (Elaboración propia)

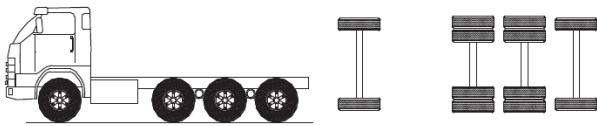
Configuración vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							
C4								
	$EE_{E1} = [P / 6.6]^{4.1}$	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Carga	7	23						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tridem						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	2 Ejes Rueda Doble + 1 Eje de Rueda Simple						
Peso	7	23						<b>Total Factor</b>
Factor E.E.	1.273	3.685						4.958

Figura 33. Factor de EE de C4. (Elaboración propia)

Respecto al factor de presión de neumáticos  $F_p$  consideramos lo que indica la norma respecto a pavimento rígido:

El Ingeniero Responsable para los pavimentos flexibles y semirrígidos tomará en cuenta, para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro que producen las presiones de los neumáticos sobre el pavimento flexible o semirrígido. Para el caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos será igual 1.0.

Figura 34. Fragmento donde se indica que el  $f_p$  para pavimento rígido es 1. (Manual de Carreteras, 2016)

Consideramos un período de diseño de 20 años  
Factor de crecimiento acumulado Fca:

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Figura 35. Ecuación para calcular factor de crecimiento acumulado. (Manual de Carreteras, 2016)

El factor de crecimiento acumulado para vehículos de carga se obtuvo de la tasa de crecimiento de PBI(r) y para vehículos de pasajeros de la tasa de crecimiento poblacional(r) como indica el Manual de Carreteras.

Tasa de crecimiento de PBI (r)	0.022
Tasa de crecimiento poblacional (r)	0.016

Figura 36. Tasas de crecimiento basadas en publicaciones del INEI

	<b>Fca</b>
<b>veh. De carga</b>	24.688
<b>veh. De pasajeros</b>	23.353

Figura 37. Cálculo del factor de crecimiento acumulado.

(Elaboración propia).

	TIPO VEHICULO	IMD	Fd	Fc	F.E.E	Fp	EJES EQUIV.	Fca	Días/año	Sub total
VEH. LIGEROS	AUTO	38	0.5	1	0.001	1	0.019	23.353	365	162
	STATION WAGON	14	0.5	1	0.001	1	0.007	23.353	365	60
	PICK UP	2	0.5	1	0.001	1	0.001	23.353	365	9
	PANEL	2	0.5	1	0.001	1	0.001	23.353	365	9
	C. RURAL	59	0.5	1	0.001	1	0.030	23.353	365	251
	MICROS	2	0.5	1	0.001	1	0.001	23.353	365	9
BUS	B2	1	0.5	1	4.608	1	2.304	23.353	365	19639
	B3	0	0.5	1	3.616	1	0.000	23.353	365	0
CAMIONES	C2	39	0.5	1	4.608	1	89.856	24.688	365	809703
	C3	45	0.5	1	4.731	1	106.448	24.688	365	959211
	C4	1	0.5	1	4.958	1	2.479	24.688	365	22339
	<b>203</b>			<b>ESAL</b>		<b>W18</b>		<b>N rep EE 8.2</b>		<b>1811392</b>

Figura 38. Resumen de conteo vehicular y cálculo de ESAL

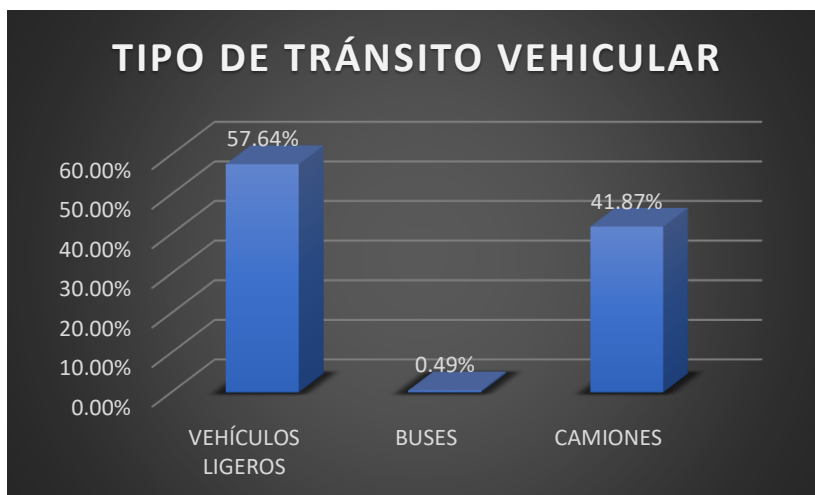


Figura 39. Porcentaje en función del tipo de vehículos que transitan en la Av. La Cantuta. (Elaboración propia)

**Interpretación:** En la tabla y gráfico mostrados se observa que el índice diario anual es de 203 veh/día, donde el tránsito de vehículos ligeros representa el 57.64%, los buses solo el 0.49% y el tránsito pesado el 41.78%. Según el índice medio diario anual obtenido, el factor direccional, el factor de carril, los factores de ejes equivalentes de los tipos de vehículos contabilizados, el factor de ajuste por presión de neumático, los factores de crecimiento acumulado; valores recomendados por el Manual de Carreteras obtenemos un ESAL de 1'811,392.

## Indicador 2: Caracterización de la Subrasante

Con la finalidad de determinar las características de la subrasante el Manual de Carreteras indica realizar pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m. de profundidad mínima.

De acuerdo a los resultados obtenido del conteo vehicular tenemos un IMDA de 199 veh/día para lo cual se contempla, según indicaciones del manual de Carreteras, realizar una calicata por cada kilómetro; como nuestra vía cuenta con 1.27 Km. por lo tanto, hemos realizados dos calicatas.

<b>CUADRO DE COORDENADAS POZOS EXPLORATORIOS O CALICATAS</b>				
<b>CALICATAS</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>NORTE (m)</b>	<b>cota (msnm)</b>
M1	Km 0+285	8675590	286248	515
M2	km 0+765	8675197	286460	564

Figura 40. Ubicación de calicatas. (Elaboración propia)

<b>Tamiz</b>	<b>%Acumulado que pasa</b>
3"	100
2"	100
1 1/2"	100
1"	93.5
3/4"	80.7
3/8"	57
N°4	31.1
N°10	22.2
N°20	13.9
N°40	8.7
N°60	6.1
N°100	4.3
N°140	3.5
N°200	2.9

Figura 41. Análisis Granulométrico por tamizado de la muestra M-1. ASTMD6913. (Elaboración propia)



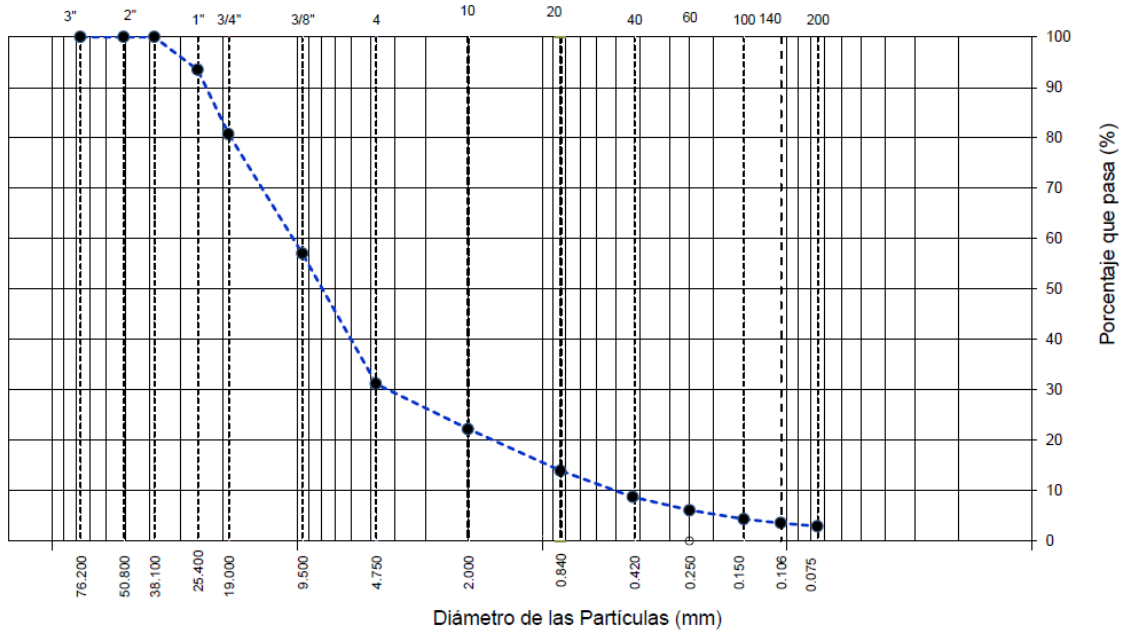


Figura 42. Curva granulométrica de la muestra M-1. (Elaboración propia)

**Interpretación:**

En las figuras mostradas se puede observar que aproximadamente de 10% al 100% las partículas corresponden a material gravoso, determinándose que el material de la muestra 1 es una grava pobremente gradada con arena, según la clasificación SUCS y A-2-4 según la clasificación AASHTO.

Tamiz	%Acumulado que pasa
3"	100
2"	100
1 1/2"	100
1"	94.1
3/4"	79.2
1/2"	61.7
3/8"	58
N°4	34.3
N°10	22.4
N°40	9.5
N°100	4.6
N°200	3.3

Figura 43. Análisis Granulométrico por tamizado de la muestra M-2. ASTMD6913.  
(Elaboración propia)

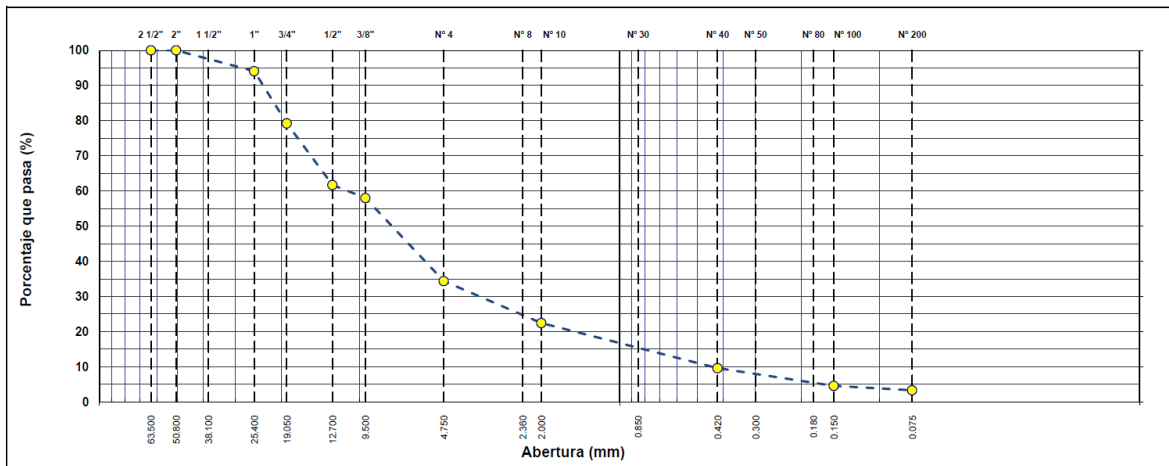


Figura 44. Curva granulométrica de la muestra M-2. (Elaboración propia)

**Interpretación:**

En la tabla y figura mostrada se puede observar que aproximadamente de 10% al 100% las partículas corresponden a material gravoso, determinándose que el material de la muestra 2 es una Grava bien gradado, según la clasificación SUCS y A-1-a según la clasificación AASHTO.

De los anteriores resultados consideramos el primer resultado, para obtener mayor holgura en los cálculos del módulo de reacción de la subrasante.

En función de los cálculos obtenidos, el Manual de Carreteras nos permite utilizar una correlación entre el % CBR obtenido y la clasificación de suelos para determinar un módulo de reacción de nuestra subrasante.

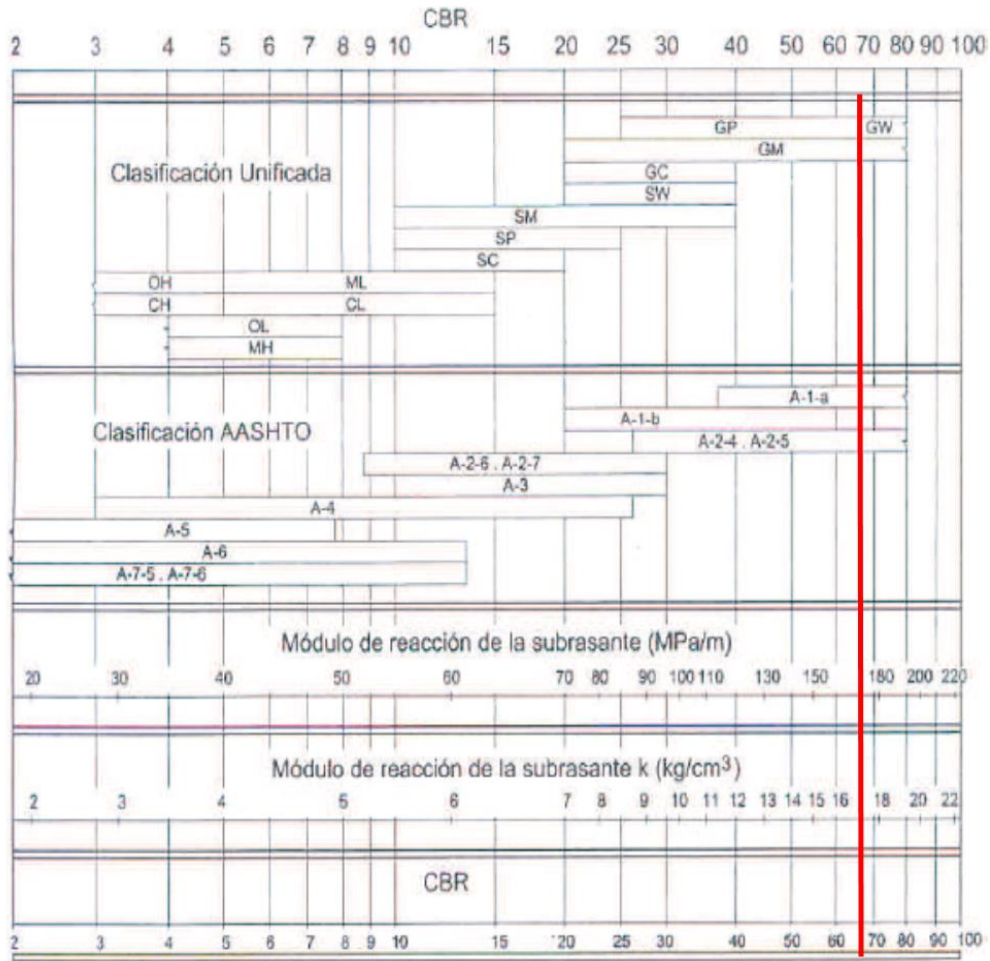


Figura 45. Cuadro de Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante recomendada. (Manual de Carreteras, 2016)

Adicional a ello, la guía AASHTO93 recomienda utilizar la siguiente expresión para calcular el módulo de reacción mediante las siguientes equivalencias:

Si  $CBR < 10$

$$\Rightarrow K = 2.55 + 52.5 \log(CBR)$$

Si  $CBR > 10$

$$\Rightarrow K = 46 + 9.08 [\log(CBR)]^{4.34}$$

Datos de Subrasante	
Clasificación AASHTO	A-2-4 (1)
CBR (%)	65
Ko (Mpa/m)	166.07

Figura 46. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante.

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

Figura 47. Cuadro con los valores mínimos recomendados de %CBR para subbase granular de pavimentos rígidos según el ESAL. (Manual de Carreteras, 2016)

Datos de la Subbase	
CBR (%)	70
Espesor de la subbase (h) m	0.3
K1 (Mpa/m)	175.6

Figura 48. Cálculo del Módulo de Reacción de la Subbase. (Elaboración propia)

Finalmente, para determinar el módulo de reacción combinado  $K_c$ , el Manual de Carreteras indica la siguiente expresión de la guía de AASHTO 93

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{23}]^{0.5} \times K_0$$

Considerando un espesor de sub capa granular de 30 cm obtuvimos un módulo de reacción combinado ( $K_c$ ) de 166.08 MPa/m.

### Indicador 3: Espesor de losa de concreto

Consideraciones:

Para los parámetros de diseño de los espesores se hará uso de los datos obtenidos anteriormente como el ESAL y el factor de suelo  $K_c$ , para los otros datos se utilizaron valores recomendados por el Manual de Carreteras y la guía AASHTO 93.

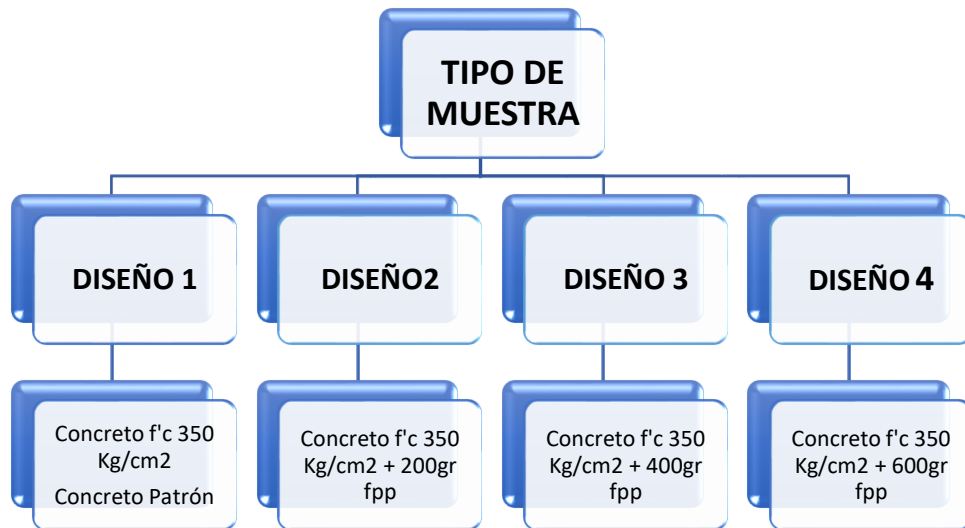


Figura 49. Configuraciones de diseño de mezcla.

**Determinado la serviciabilidad:**

Para ello es necesario determinar el tipo de tránsito de nuestro diseño según el siguiente cuadro:

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Figura 50. Determinación de tipo y rango de tráfico según la Guía AASHTO 93. (Manual de Carreteras, 2016)

Debido al ESAL obtenido tenemos que nuestro tránsito es de rango 6. Luego de obtenido el tipo de tráfico, utilizamos el cuadro de abajo para calcular los índices de serviciabilidad Inicial, Final, además de la diferencia de estos.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Figura 51. Determinación de las serviciabilidad inicial y final según el tráfico recomendada por la Guía AASHTO 93 (Manual de Carreteras, 2016)

De acuerdo al cuadro obtenemos un índice de serviciabilidad final de 2.5 y una variación de serviciabilidad de 1.8

## Desviación Estándar Normal

Para determinar el nivel de confiabilidad y la desviación estándar el Manual de Carreteras recomienda el utilizar el cuadro mostrado de la guía AASHTO93, en función del rango de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

Figura 52. Determinación de la confiabilidad y desviación estándar dependiendo del tipo de tráfico recomendada por la Guía AASHTO. (Manual de Carreteras, 2016)

De acuerdo a nuestro rango de tráfico tenemos una confiabilidad de 85% y una desviación estándar de -1.036.

Por otro lado, el Manual de Carreteras recomienda un error estándar de 0.35

El rango típico sugerido por AASHTO esta comprendido entre  $0.30 < So < 0.40$ , en el presente Manual se recomienda un  $So = 0.35$ .

Figura 53. Fragmento del Manual de Carreteras donde recomienda un error estándar de 0.35.

En cuanto a el coeficiente de drenaje, la guía AASHTO93 recomienda utilizar el siguiente cuadro:

Calidad de Drenaje	50% de saturacion en:	85% de saturacion en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Figura 54. Determinación del tipo de la calidad de drenaje recomendada por el Manual de Carreteras (Manual de Carreteras, 2016)

Como las condiciones de nuestra subrasante es excelente, para mayor holgura consideramos una calidad de drenaje bueno.

Considerando los meses lluviosos en San Juan de Lurigancho

ctd meses lluviosos 4  
 días lluviosos por mes 7  
 ctd m. ll.\*ctd días ll.= 28 días con condiciones de saturación  
 %P 7.67%

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Figura 55. Cálculo de coeficiente de drenaje según recomendación de la Guía AASHTO. (Manual de Carreteras, 2016)

Como Cd tomamos el promedio 1.05

Por otro lado, para determinar el coeficiente de transmisión de cargas tenemos el siguiente cuadro recomendado por la guía AASHTO93.

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

Figura 56. Determinación del coeficiente de transferencia de carga recomendada por la guía AASHTO93. (Elaboración propia)



Consideramos berma de concreto sin dowel, pues el MTC recomienda que para tránsitos menores de 4'000,000 EE no utilizar dowel (pasadores)

Parámetros	Datos	Descripción
<b>W82</b>	1811392	Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 tn o de 18 klb
<b><math>\Delta</math>PSI</b>	1.8	Diferencia entre los índices de servicio inicio y final
<b>pt</b>	2.5	Índice de servicio final
<b>Z1, Zr</b>	-1.036	Desviación Normal Estándar
<b>So</b>	0.35	Error Estándar
<b>D (mm)</b>	Valor en tabla 19	Espesor de pavimentos
<b>K (Mpa/m)</b>	166.08	Módulo de reacción de la superficie donde se apoya el pavimento (sub base, subrasante)
<b>Mr (Mpa)</b>	Valor en tabla 19	Módulo de rotura o resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
<b>Ec (Mpa)</b>	Valor en tabla 19	Módulo de elasticidad del concreto
<b>Cd</b>	1.05	Coefficiente de drenaje
<b>J</b>	2.8	Coefficiente de transmisión de cargas en juntas

Tabla 18. Resumen de parámetros calculados para la ecuación AASHTO93. (Elaboración propia)

Tipo de muestra	Mr (Mpa)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ec (Mpa)	D (mm)	D (cm)
Diseño 1	5.39	54.99	28182.34	192.63	20
Diseño 2	6.70	68.29	29435.88	169.04	17
Diseño 3	7.06	72.03	29848.75	163.59	17
Diseño 4	6.59	67.21	29757.54	170.81	18

Tabla 19. Espesores de losa de rodadura calculadas en función de las propiedades de los distintos diseños de concreto. (Elaboración propia)

## Interpretación

En la tabla 20 observamos los valores obtenidos para el espesor de la losa de concreto para los distintos diseños. Con las propiedades del diseño 3 se obtiene un menor espesor, la diferencia de los espesores entre los diseños en los cuales

se ha incorporado fibra no varía mucho, pero si difiere mucho con el diseño patrón.

### Dimensión 3: Aspecto económico.

**Presupuesto de obra sin fibra de polipropileno:** como se muestra en la figura 57 se determinó el impacto económico respecto a la dimensión determinada donde se vio reflejado es aspecto económico a través del costo directo en la variación de los espesores en la incorporación de fibra de polipropileno al concreto de resistencia 350 kg/cm<sup>2</sup>. Para un concreto donde no se incorporó fibras de polipropileno se tuvo un concreto con espesor de 20 cm dando el metrado por 1 km de ejecución de 1440.00 m<sup>3</sup> con un costo por metro cúbico de 543.36 soles dándonos un parcial de 782,438.36 soles.

Presupuesto					
Presupuesto	0203003	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCOPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AV LA CANTURA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021			
Subpresupuesto	001	OBRAS DE CONCRETO			
Ciente	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			Costo al	15/11/2021
Lugar	SAN JUAN DE LURIGANCHO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>9,426.62</b>
01.01	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	mes	3.00	850.00	2,550.00
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60M X 2.40M	und	2.00	436.31	876.62
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	gib	1.00	6,000.00	6,000.00
<b>02</b>	<b>DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES</b>				<b>32,283.88</b>
02.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 3"	m2	1,216.35	10.09	12,272.97
02.02	DEMOLICION DE VEREDAS	m2	414.05	12.11	5,014.15
02.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO	m2	86.79	14.65	1,271.47
02.04	DEMOLICION DE TECHOS DE BUZONES	m3	0.33	46.47	16.00
02.05	DEMOLICION DE ALCANTARILLAS	m3	10.76	46.47	521.54
02.06	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA D = 50 MT	m3	322.36	24.21	7,804.34
02.07	ELIMINACION DE MATERIAL DE DEMOLICIONES	m3	322.36	16.70	5,383.41
<b>03</b>	<b>PAVIMENTO DE CONCRETO</b>				<b>273,310.98</b>
<b>03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>3,258.74</b>
03.01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1,697.26	1.01	1,714.23
03.01.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO (DURANTE EL PROCESO)	m2	1,697.26	0.91	1,544.51
<b>03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>47,742.26</b>
03.02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	431.66	8.06	3,479.16
03.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA DIST. = 5 KM	m3	539.58	16.70	9,010.99
03.02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	m2	1,697.26	5.11	8,673.00
03.02.04	BASE DE AFIRMADO H=0.20 M	m2	1,697.26	15.66	26,579.09
<b>03.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>801,950.17</b>
03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN PAVIMENTO	m2	256.19	51.84	13,364.57
03.03.02	CONCRETO f'c=350 kg/cm2 EN PAVIMENTO E= 20cm	m3	1440.00	543.36	782,438.40
03.03.03	CURADO DE CONCRETO	m2	1440.00	3.70	7,157.30

Figura 57. Presupuesto de obra para 1km de ejecución.

### Presupuesto

Presupuesto 0203003 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AV LA CANTURA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021

Subpresupuesto 001 OBRAS DE CONCRETO

Cliente UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
Lugar SAN JUAN DE LURIGANCHO

Costo al 15/11/2021

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
12.01	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
12.02	CERCO PROVISIONAL DE SEGURIDAD DE OBRA	m	521.50	2.07	1,079.51
12.03	PROTECCIÓN INDIVIDUALES	glb	1.00	3,153.35	3,153.35
12.04	PROTECCIONES COLECTIVAS	und	1.00	1,850.00	1,850.00
12.05	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	und	1.00	512.71	512.71
13	LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA				2,482.15
13.01	LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA	m2	1,643.81	1.51	2,482.15
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1'271,803.70</b>
	<b>GASTOS GENERALES (13.00%)</b>				<b>165334.48</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>127,180.37</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1'564318.55</b>
	<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>				<b>281577.34</b>
	<b>COSTO TOTAL DE EJECUCION DE OBRA</b>				<b>1'845895.89</b>
	<b>COSTO DEL EXPEDIENTE TECNICO</b>				<b>18,000.00</b>
	<b>COSTO DE SUPERVISION</b>				<b>30,000.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>1'893,895.83</b>

SON : OCHOCIENTOS CUARENTA MIL DOSCIENTOS VEINTICUATRO Y 48/100 NUEVOS SOLES

Figura 58. Pie de presupuesto. (Elaboración propia)

**Interpretación:** como se visualiza en el pie de presupuesto el costo directo por 1km de ejecución del proyecto es de 1'271,803.70 soles para un concreto convencional sin fibra de polipropileno.

**Presupuesto de obra con fibra de polipropileno:** como se muestra en el presupuesto para un concreto donde se incorporó fibras de polipropileno en cantidad de 400 gr por metro cubico se tuvo un concreto con espesor de 17 cm dando el metrado por 1 km de ejecución de 1224.00 m3 con un costo por metro cubido de 543.36 soles dándonos un parcial de 665,072.64 soles.

S10 Página 1

**Presupuesto**

Presupuesto **0203003 DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCOPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AV LA CANTURA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021**

Subpresupuesto **001 OBRAS DE CONCRETO**

Cliente **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** Costo al **15/11/2021**  
Lugar **SAN JUAN DE LURIGANCHO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>9,426.62</b>
01.01	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	mes	3.00	850.00	2,550.00
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 3.60M X 2.40M	und	2.00	438.31	876.62
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	6,000.00	6,000.00
<b>02</b>	<b>DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES</b>				<b>32,283.88</b>
02.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 3"	m2	1,216.35	10.09	12,272.97
02.02	DEMOLICION DE VEREDAS	m2	414.05	12.11	5,014.15
02.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO	m2	86.79	14.65	1,271.47
02.04	DEMOLICION DE TECHOS DE BUZONES	m3	0.33	48.47	16.00
02.05	DEMOLICION DE ALCANTARILLAS	m3	10.76	48.47	521.54
02.06	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA D = 50 MT	m3	322.36	24.21	7,804.34
02.07	ELIMINACION DE MATERIAL DE DEMOLICIONES	m3	322.36	16.70	5,383.41
<b>03</b>	<b>PAVIMENTO DE CONCRETO</b>				<b>273,310.98</b>
<b>03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>3,258.74</b>
03.01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1,697.26	1.01	1,714.23
03.01.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO (DURANTE EL PROCESO)	m2	1,697.26	0.91	1,544.51
<b>03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>47,742.28</b>
03.02.01	CORTE EN TERRENO NORMAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	431.66	8.06	3,479.18
03.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA DIST. = 5 KM	m3	539.58	16.70	9,010.99
03.02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	m2	1,697.26	5.11	8,673.00
03.02.04	BASE DE AFIRMADO H=0.20 M	m2	1,697.26	15.66	26,579.09
<b>03.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>679,044.01</b>
03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN PAVIMENTO	m2	258.19	51.84	13,384.57
03.03.02	CONCRETO $f_c=350$ kg/cm <sup>2</sup> EN PAVIMENTO E= 17cm	m3	1,224.00	543.36	665,072.64
03.03.03	CURADO DE CONCRETO	m2	1,224.00	3.70	5,860.80

Figura 59. Presupuesto de 1 Km de pavimentación con adición de fibra de polipropileno a la losa de concreto. (Elaboración propia)

### Presupuesto

Presupuesto      **0203003**      **DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO INCOPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AV LA CANTURA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021**

Subpresupuesto      **001**      **OBRAS DE CONCRETO**

Cliente      **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
Lugar      **SAN JUAN DE LURIGANCHO**

Costo al      **05/04/2017**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
12.01	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
12.02	CERCO PROVISIONAL DE SEGURIDAD DE OBRA	m	521.50	2.07	1,079.51
12.03	PROTECCIÓN INDIVIDUALES	glb	1.00	3,153.35	3,153.35
12.04	PROTECCIONES COLECTIVAS	und	1.00	1,850.00	1,850.00
12.05	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	und	1.00	512.71	512.71
<b>13</b>	<b>LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA</b>				<b>2,482.15</b>
13.01	LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA	m2	1,643.81	1.51	2,482.15
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1'252,131.82</b>
	<b>GASTOS GENERALES (13.00%)</b>				<b>165,777.14</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>125,213.18</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1'543,122.14</b>
	<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>				<b>277,761.98</b>
	<b>COSTO TOTAL DE EJECUCION DE OBRA</b>				<b>1'820,884.13</b>
	<b>COSTO DEL EXPEDIENTE TECNICO</b>				<b>18,000.00</b>
	<b>COSTO DE SUPERVISION</b>				<b>30,000.00</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>1'868,884.13</b>

SON : OCHOCIENTOS CUARENTA MIL DOSCIENTOS VEINTICUATRO Y 48/100 NUEVOS SOLES

Figura 60. Pie de presupuesto de pavimentación de losa de concreto con adición de fibra de polipropileno. (Elaboración propia)

**Interpretación:** como se visualiza en el pie de presupuesto el costo directo por 1km de ejecución del proyecto es de 1'252,131.82 soles para un concreto con incorporación de fibra de polipropileno.

**Comparación económica de ambos presupuestos:** para un concreto convencional de 350kg/cm<sup>2</sup> el costo directo en la partida concreto para pavimento tuvo un espesor de 23cm dándonos un costo directo de **1'271,803.70 soles**, esta misma partida al hacerse la incorporación de fibra de polipropileno a 400gr por metro cubico sufrió una variación en el espesor de la losa de concreto a 22cm teniendo como resultado en el costo directo de **1'252,131.82 soles**, esta diferencia de **19,671.88 soles** se ve reflejado como un impacto económico positivo para la elaboración del concreto ya que brinda un menor espesor en el diseño del pavimento rígido y brindando mejoras en las propiedades.

Página : 1

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto 0203003 DISEÑO DE PAVIEMTO RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AV LA CANTUTA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021

Subpresupuesto 001 OBRAS DE CONCRETO Fecha presupuesto 15/11/2021

Partida	01.01	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA						
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : mes		850.00
Código	Descripción Recurso	Materiales		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0291020004	ALQUILER DE ALMACEN			mes		1.0000	850.00	850.00
								850.00
Partida	01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA O		BRA 3.60M X 2.40 M				
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000			Costo unitario directo por : und		438.31
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0101010003	OPERARIO			hh	0.5000	1.0000	19.93	19.93
0101010004	OFICIAL			hh	0.5000	1.0000	16.35	16.35
0101010005	PEON			hh	1.0000	2.0000	14.69	29.38
								65.66
								1.68
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"			kg		0.5000	3.36	1.68
0207030001	HORMIGON			m3		0.1900	60.00	11.40
0210020003	GIGANTOGRAFIA PARA CARTEL DE OBRA			m2		8.6400	12.71	109.81
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		1.0000	20.33	20.33
02310100010004	MADERA TORNILLO 2"x 2"x12"			pza		10.0000	14.80	148.00
02311900010004	MADERA EUCALIPTO 4" x 5 m			und		2.0000	25.42	50.84
0290200006	GRAPAS			kg		4.5000	6.36	28.62
								370.68
								1.97
								1.97
Partida	01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Rendimiento	gbi/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : gbi		6,000.00
Código	Descripción Recurso	Materiales		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
02903200090039	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS			gbi		1.0000	6,000.00	6,000.00
								6,000.00
Partida	02.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 3"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000			Costo unitario directo por : m2		10.09
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0667	19.93	1.33
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0667	14.69	0.98
								2.31
								0.07
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	2.31	0.07
03011400020005	MARTILLO NEUMATICO DE 25 kg			hm	2.0000	0.1333	18.64	2.48
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP			hm	1.0000	0.0667	67.80	4.52
03013900050002	BARRENOS			hm	2.0000	0.1333	5.36	0.71
								7.78

Figura 61. Análisis de precios unitarios del concreto para pavimento rígido. (Elaboración propia)

## V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis general que establece que existe relación de dependencia entre la incorporación de fibra de polipropileno y el diseño de pavimento rígido.

**Discusión 1:** Estos resultados guardan relación con lo que sostienen los autores Aguilar y Gonzales (2020) en su investigación Análisis y evaluación del comportamiento a la fatiga de un pavimento rígido con fibra plástica de polipropileno en el Altiplano, determinaron que la incorporación óptima de fibra de polipropileno en el concreto en la cual se evidenció una mejora de sus propiedades mecánicas fue de 600 gr por m<sup>3</sup>, diferenciándose con la presente investigación, en la cual observamos que la incorporación óptima de fibra de polipropileno fue de 400 gr por m<sup>3</sup> en las cuales las propiedades del concreto alcanzaron mejores resultados.

**Discusión 2:** En la investigación de Armas (2016) denominada Efectos de la Adición de Fibra de Polipropileno en las Propiedades Plásticas y Mecánicas del Concreto Hidráulico, encontró que la adición óptima de fibra de polipropileno para disminuir el agrietamiento por secado y disminuir el revenimiento fue de 400 gr/m<sup>3</sup>, también con esta misma dosificación logró una mejora en la resistencia a esfuerzos de compresión, coincidiendo con la presente investigación donde obtuvimos mejores resultados con una dosificación de 400gr/m<sup>3</sup>.

**Discusión 3:** También se evidenció que los resultados obtenidos no guardan relación con los resultados de Master (2017) donde manifestó que el concreto mostraba una ligera pérdida de resistencia a esfuerzos a compresión, esto solo se evidenció en el diseño de mezcla donde se incorporó fibra de polipropileno en una relación 600 gr/m<sup>3</sup>.



## **VI. CONCLUSIONES**

**Conclusión 1:** Se concluyó que la incorporación de fibra de polipropileno en el concreto mejoró la resistencia a compresión de la losa de concreto siendo la incorporación óptima de 400 gr por m<sup>3</sup> de concreto mejorando en un 12%. Por otro lado, la incorporación de fibra de polipropileno mejoró las propiedades de flexión del concreto siendo la incorporación óptima de 400 gr mejorando su módulo de ruptura en un 5%. En cuanto al revenimiento se evidenció un cambio de consistencia del concreto siendo más significativo en los diseños donde se le agregó las fibras en 200gr, 400gr y 600gr.

**Conclusión 2:** La incorporación de fibra de polipropileno en el concreto permitió reducir el espesor de pavimento en 3cm en comparación con el concreto sin fibra. Cabe destacar que el concreto con incorporación de 400 gr fpp brindó valores menores en comparación a los otros diseños de concreto con incorporación de fibra, estas no fueron significativas.

**Conclusión 3:** Se concluyó que para un diseño de concreto convencional para un km de losa de concreto es de S/. 899864.16 soles, donde el espesor de diseño de la losa fue de 20 cm, al realizar la incorporación de fibra de polipropileno se obtuvo un mejor resultado cuando se incorporó 400 gr por m<sup>3</sup> de concreto donde se evidenció una reducción de 3 cm en el diseño, en consecuencia, el costo se redujo S/. 860682.24 soles obteniendo un beneficio económico de S/. 39181.92 soles.

## **VII. RECOMENDACIONES**

**Recomendación 1:** se recomienda según los resultados obtenidos en laboratorio que para el diseño de un concreto mayor a 300kg/cm<sup>2</sup> es conveniente el uso de fibra de polipropileno con cantidad de 400gr por metro cubico, ya que se obtuvo resultados positivos a compresión y flexión,

**Recomendación 2:** se recomienda seguir el estudio de la fibra de polipropileno para evaluar su durabilidad a largo plazo para así determinar el tiempo de duración de concreto y la pérdida de resistencia en los años de serviciabilidad mediante ensayos y pruebas en laboratorio.

**Recomendación 3:** Se recomienda el uso de la fibra de polipropileno ya que brinda muchos beneficios al concreto, en estado endurecido y plástico, donde su aplicación en obra de ingeniería sería de gran utilidad aplicado para concreto lanzado, tanques de agua, plantas de tratamiento de aguas, pisos para trabajos pesados, pistas y rampas, colocación de grandes volúmenes de concreto.

**Recomendación 4:** Se recomienda realizar investigaciones sobre el uso de fibra de polipropileno como refuerzo en muros de adobe, que permitiría conocer el desempeño de estas estructuras ante acciones sísmicas, ya que todavía siguen utilizando este material por su bajo costo en poblaciones rurales.

## REFERENCIAS

- Abanto, F. (1997,2014). Tecnología del concreto: teoría y problemas. (6ª reimpresión). Lima: Editorial San Marcos.
- Aguilar, A y Gonzáles, R. (2017). Análisis y evaluación del comportamiento a la fatiga de un pavimento rígido con fibra plástica de polipropileno en el Altiplano. (Tesis de grado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez). Recuperado de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1469>
- Alvarado, O. y Meza, S. (2020). Análisis y comparación de la resistencia mecánica del concreto al añadir macrofibras de polipropileno con agregados de la cantera San Miguel de Huácar frente a la cantera de agregados Figueroa Huánuco – 2019 (Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán). Recuperado de <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/5987>
- Apaza, K. y Ysarbe, J. (2016). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y características físicas del concreto patrón y concreto reciclado, evaluando su comportamiento en estado fresco y endurecido. (Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/620542>
- Aquino, R. (2015). "Diseño Y Aplicación De Concreto Ecológico Con Fibras De Polipropileno Para Pavimentos Rígidos". (Tesis Para Optar El Título Profesional De: Ingeniero Civil). Recuperado de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/630>
- Armas, C. (2016). Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. (Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/2712>
- Bonakdar, A. y Mahoney, M. (2017). Guía de ingeniería. Concreto reforzado con fibras. (2ª ed.). Recuperado de [http://12.156.76.244/media/1737/guia\\_ingenieria.pdf](http://12.156.76.244/media/1737/guia_ingenieria.pdf)
- Braja, D. (2014). Fundamentos de la ingeniería geotécnica. México: Ediciones Ova.

- Camacho, C. y Ramírez, P. (2015). Problemática de los estudios de preinversión de carreteras en Perú. (Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma). Recuperado de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2244>
- Campos, K. y Martínez, M. (2019). Influencia del aditivo sikacem plastifiante en polvo sobre la consistencia y resistencia del concreto para cimentaciones – ciudad de Jaén. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén). Recuperado de <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/233>
- Concytec. (2015). Reglamento De Calificación, Clasificación Y Registro De Los Investigadores Del Sistema Nacional De Ciencia, Tecnología E Innovación Tecnológica - Reglamento Renacyt. Lima-Perú.
- Chapoñan, J., Quispe, J. (2017). “Análisis Del Comportamiento En Las Propiedades Del Concreto Hidráulico Para El Diseño De Pavimentos Rígidos Adicionando Fibras De Polipropileno En El A.A.H.H Villamaria-Nuevo Chimbote”. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2724>
- Enriquez, J. y Shimabukuro, K. (2019). Diseño de mezcla de concreto f'cr 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante la adición de vidrio molido reciclado en reemplazo parcial de cemento tipo I en Lima-Perú. (Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/628155>
- Godoy, M. (2014). “Análisis De Sensibilidad De Las Variables De Diseño De Pavimentos Rígidos Del Método De La Asociación Del Cemento Portland En El Distrito De Cajamarca”. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/4911>
- Guía para el Uso de Fibras Sintéticas de Toxement en el Concreto. (Junio, 2018). EUCLID CHEMICAL TOXEMENT. Recuperado de [https://www.toxement.com.co/media/3381/fibras\\_sinteticas.pdf](https://www.toxement.com.co/media/3381/fibras_sinteticas.pdf)
- Harmsen, T. (2017). Diseño de estructuras de concreto armado. (5ª ed.). Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Hernández, S., Fernández, C., Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Herrera, M. (2014). Determinación Del Módulo Resiliente De Diseño De Pavimentos Mediante Criterios Asshto 1993 Y 2002. (Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial). Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2018>
- Khurram, N., Akmal, U., Raza, M., Hameed, A. & Irfan ul Hassan, M. (2020). Experimental evaluation of square ferrocement panels using polypropylene wire mesh. Revista Ingeniería de Construcción. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300336>.
- McCormac, J. y Brown, R. (2018). Diseño de concreto reforzado. (10ª ed.). Ciudad de México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Menéndez, R. (2016). Ingeniería de pavimentos. Lima: ICG.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Lima: MTC.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: Megabite S.A.C.
- Mora, A., Arguelles, C. (2015). Diseño De Pavimento Rígido Para La Urbanización Caballero Y Góngora, Municipio De Honda – Tolima. (Trabajo De Grado A Presentar Como Requisito Para Obtener El Título De Especialista En Ingeniería De Pavimentos Universidad Católica De Colombia). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2687/1/dise%C3%B1o%20de%20pavimento%20rigido%20para%20la%20urbanizaci%C3%B3n%20Caballero%20Gongora%2C%20Municipio%20de%20Honda-Tolima.pdf>
- NTP 400.037. (2018). AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. Lima, Perú: INACAL.



- Prakash, R. Thenmozhi, R., Raman, S. & Subramanian, C. (2020). Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía. Recuperado de <https://doi.org/10.17533/10.17533/udea.redin.20190403>
- Rivva, E. (2015). Tecnología del concreto. Diseño de mezcla. (3ª ed.). Lima: Fondo Editorial ICG.
- Sánchez, H., Reyes, C. (2015). Metodología y Diseños de la Investigación Científica. Lima: Bussines Suport.
- Terreros, L. y Carvajal, I. (2016). Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de caña. (Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%C3%81%C3%91A.pdf>
- Torres, D. (2017). Determinación de la resistencia residual promedio (análisis post-fisuración) del concreto reforzado con fibra sintética de PET+PP. (Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10983/15338>
- Uribe, C. (2015). Análisis De Los Criterios De Diseño De Pavimento Rígido Bajo La Óptica De Las Condiciones Especiales De La Isla De San Andrés Y Especificaciones Técnicas De La Secretaria De Infraestructura De La Gobernación Departamental. (Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Pavimentos). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2975/4/ANALISIS%20DE%20LOS%20CRITERIOS%20DE%20DISE%C3%91O%20DE%20PAVIMENTO%20RIGIDO%20BAJO%20LA%20OPTICA%20ESPECIAL%20DE%2>

[0SAN%20ANDRES%20ISL.pdf%20RIGIDO%20BAJO%20LA%20OPTICA  
%20ESPECIAL%20DE%20SAN%20ANDRES%20ISL.pdf](#)

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

### Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno en el Concreto, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE
<p><b>Variable Independiente (X)</b> FIBRAS DE POLIPROPILENO</p>	<p>Respecto a las fibras de polipropileno Bonakdar y Mahoney (2017) nos indica que son fibras sintéticas elaboradas en un matriz plástica que posee bajo peso específico, estas pueden utilizarse para mejorar las propiedades del concreto, además nos indica que las fibras logran proporcionar una capacidad extra de tensión y flexión al concreto luego de presentarse agrietamiento, de la misma forma que el acero de refuerzo; también las fibras al distribuirse homogéneamente sobre el concreto logran proporcionar un mayor reforzamiento en las tres dimensiones.</p>	<p>Dosificación</p>	<p>200g fpp 400g fpp 600g fpp</p>	<p>Numérica</p>
<p><b>Variable Dependiente (Y)</b> DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO</p>	<p>Sobre el <b>Pavimento Rígido</b> según el Manual de Carreteras (2014), Se denomina pavimento a la unión de capas de materiales adecuados y seleccionados donde en su conjunto reciben las cargas provenientes del tránsito que las transmite hacia los estratos inferiores de forma disipada, estas cargas deben ser reducidas casi en su totalidad hacia la subrasante, son denominados rígidos ya que en la elaboración de la capa de rodadura se usa concreto.</p>	<p>Propiedades Mecánicas de losa de concreto</p>	<p>-Registro de temperatura. -Cálculo de revenimiento. -ensayo de compresión. -ensayo de flexión.</p>	<p>Numérica</p>
		<p>Metodología AASHTO</p>	<p>-Control de tráfico -Propiedades geotécnicas -Espesor de capa de rodadura.</p>	<p>Numérica</p>
		<p>Aspecto Económico</p>	<p>-Costo directo. -costo indirecto.</p>	<p>Numérica</p>

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 2. Matriz de Consistencia

### Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>				<b>Enfoque:</b> Cuantitativa <b>Tipo de Investigación:</b> Es aplicada.		
¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021?	Determinar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.	La incorporación de fibra de polipropileno en el concreto influye significativamente en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.			200g fpp			
<b>Problema Específico</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Hipótesis Específico</b>	<b>Variable Independiente:</b> FIBRAS DE POLIPROPILENO	DOSIFICACION	400g fpp  600g fpp	<b>Diseño de la Investigación:</b> Experimental.  <b>Población de estudio:</b>  [36 probetas de concreto de forma cilíndrica y 12 viguetas de concreto de sección transversal cuadrada].	Observación	Balanza digital
<b>PE.1</b> ¿Cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno a las propiedades mecánicas de la losa de concreto en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021?	<b>OE.1</b> Determinar cómo influye la incorporación de fibra de polipropileno a las propiedades mecánicas de la losa de concreto en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.	<b>HE.1</b> La incorporación de fibra de polipropileno influye significativamente a las propiedades mecánicas de la losa de concreto en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.						
<b>PE.2</b> ¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno modifica el espesor de la carpeta de rodadura en la metodología AASHTO 93, en el diseño de pavimento rígido en la Avenida la Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021?	<b>OE.2</b> Establecer de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno modifica el espesor de la carpeta de rodadura en la metodología AASHTO 93 en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.	<b>HE.2</b> La incorporación de fibra de polipropileno modifica significativamente el espesor de la carpeta de rodadura en la metodología AASHTO 93 en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.	<b>Variable Dependiente:</b> DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO	PROPIEDADES MECANICAS DE LOSA DE CONCRETO	--REGISTRO DE TEMPERATURA  -CALCULO DE REVENIMIENTO  -ENSAYO DE COMPRESION  -ENSAYO DE FLEXION	<b>Muestra:</b> No probabilística [36 probetas de concreto de forma cilíndrica y 12 viguetas de concreto de sección transversal cuadrada].	Observación	Termómetro
<b>PE.3</b> ¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el aspecto económico sobre el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021?	<b>OE.3</b> Identificar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el aspecto económico sobre el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.	<b>HE.3</b> La incorporación de fibra de polipropileno influye significativamente sobre el aspecto económico en el diseño de pavimento rígido en la Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021.		METODOLOGIA AASHTO	-CONTROL DE TRAFICO  -PROPIEDADES GEOTECNICAS  - ESPESOR DE CAPA DE RODADURA		Observación	Ficha de registro de datos
				ASPECTO ECONÓMICO.	-COSTO DIRECTO  -COSTO INDIRECTO		Ensayos de materiales	Tamices, prensa, pistón de compactación
							Método AASHTO93	Software Excel
							Cálculo	Software S10
							Cálculo	Software S10

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 3. Panel Fotográfico



Panel Fotográfico 1. Ubicación de calicata - Av. La Cantuta



Panel Fotográfico 2. Inicio de excavación.



Panel Fotográfico 3. Excavando de calicata



Panel Fotográfico 4. Medición de profundidad de calicata



Panel Fotográfico 5. Calicatas terminadas.





Panel Fotográfico 6. Conteo vehicular en Av. La Cantuta.



Panel Fotográfico 7. Conteo vehicular en Av. La Cantuta.



Panel Fotográfico 8. Conteo vehicular en Av. La Cantuta.



Panel Fotográfico 8. Conteo vehicular en Av. La Cantuta.



Panel fotográfico 10. Análisis granulométrico de los agregados.



Panel Fotográfico 10. Pesado de los componentes del diseño de nuestra mezcla de diseño.



Panel Fotográfico 11. Elaboración de la mezcla de diseño con incorporación de la fibra de polipropileno.



Panel Fotográfico 12. Toma de temperatura y medición de revenimiento de la mezcla de concreto.



Panel Fotográfico 12. Curado de probetas y viguetas de concreto.



Panel Fotográfico 13. Ensayos de compresión a las probetas de concreto, tomado de datos.



#### Anexo 4. Dimensionamiento de los paños del pavimento

Parámetros	Datos	Descripción
<b>W82</b>	1811392	Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 tn o de 18 klb
<b>ΔPSI</b>	1.8	Diferencia entre los índices de servicio inicio y final
<b>pt</b>	2.5	Índice de servicio final
<b>Z1, Zr</b>	-1.036	Desviación Normal Estándar
<b>So</b>	0.35	Error Estándar
<b>D (cm)</b>	17	Espesor de pavimentos
<b>K (Mpa/m)</b>	166.08	Módulo de reacción de la superficie donde se apoya el pavimento (sub base, subrasante)
<b>Mr (Mpa)</b>	7.06	Módulo de rotura o resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)
<b>Ec (Mpa)</b>	29757.54	Módulo de elasticidad del concreto
<b>Cd</b>	1.05	Coefficiente de drenaje
<b>J</b>	2.8	Coefficiente de transmisión de cargas en juntas

La Guía AASHTO 93 recomienda las siguientes relaciones

**Dimensión máxima:**

$$L \text{ o } W \text{ max}=24 D$$

**Relación máxima entre largo y ancho:**

$$L/W \leq 1.25$$

**Donde**

L: largo del paño

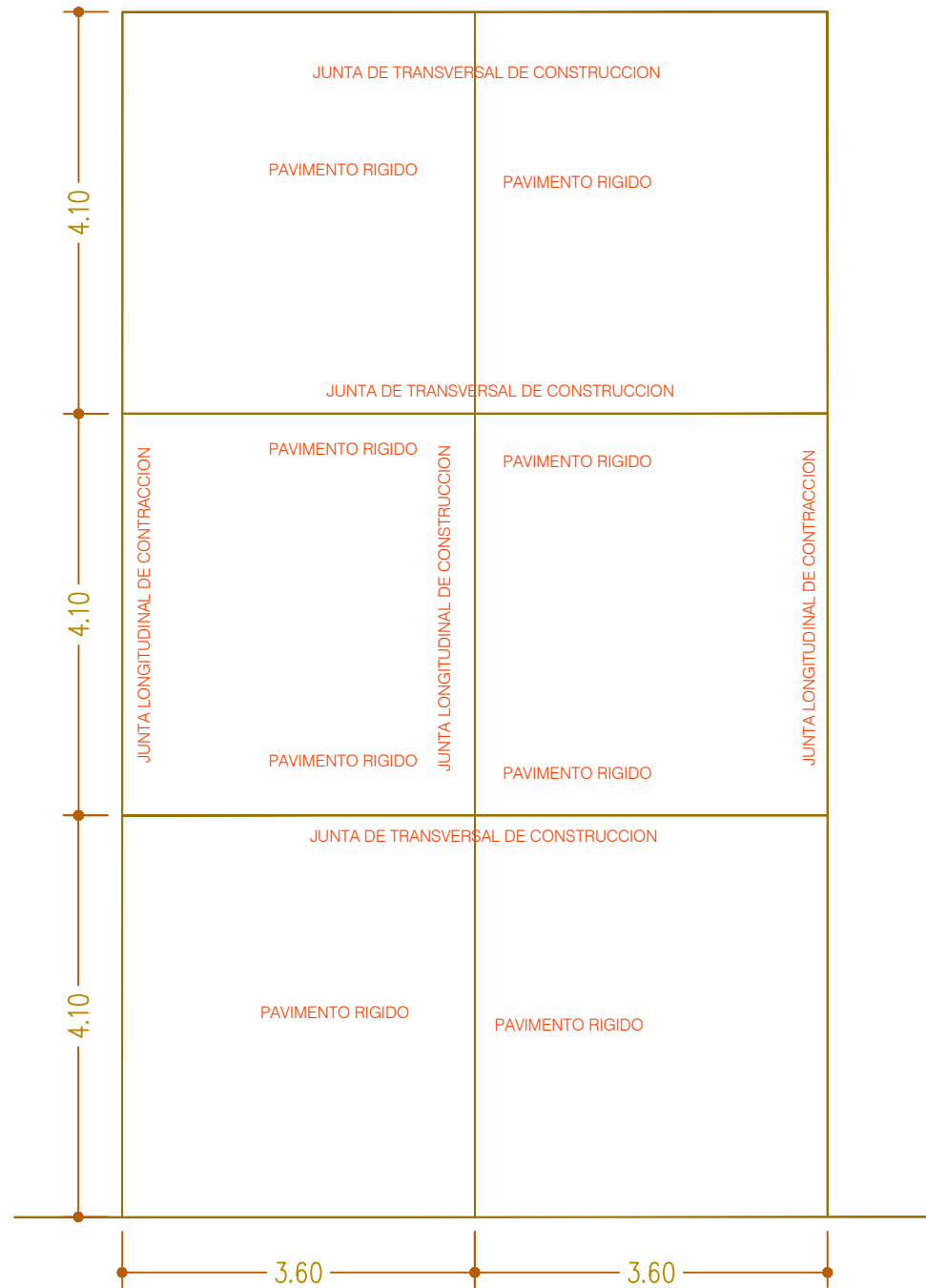
W: Ancho del paño

D: Espesor de losa de concreto

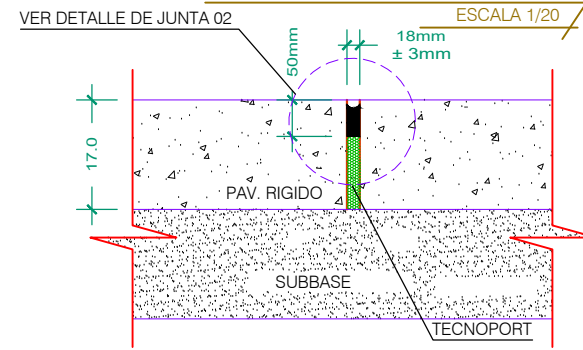
Si  $D = 17\text{cm} \rightarrow L = 24 * (17\text{cm}) = 408 \text{ cm} \approx 410\text{cm}$

El ancho de carril  $W=3.60 = 360\text{cm}$

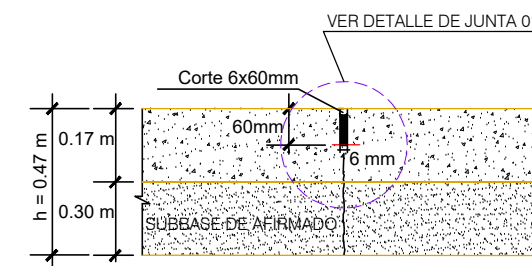
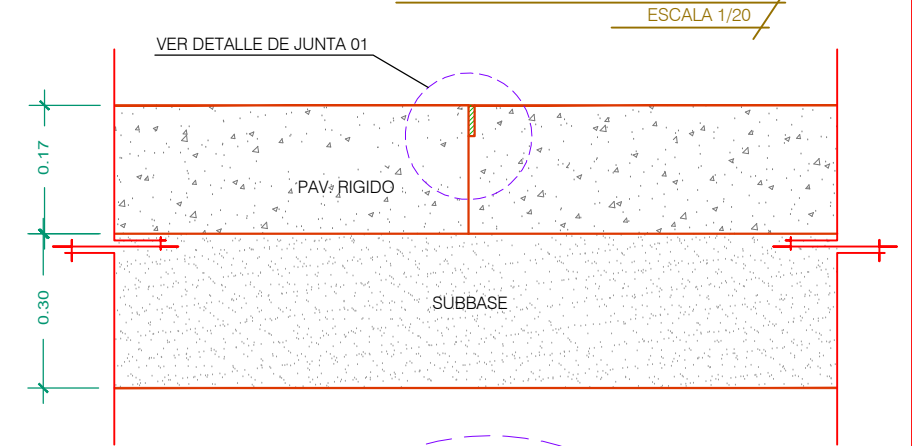
$$L/W = 360/410 = 1.13 \leq 1.25 \quad \text{Si cumple.}$$



**JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCION**

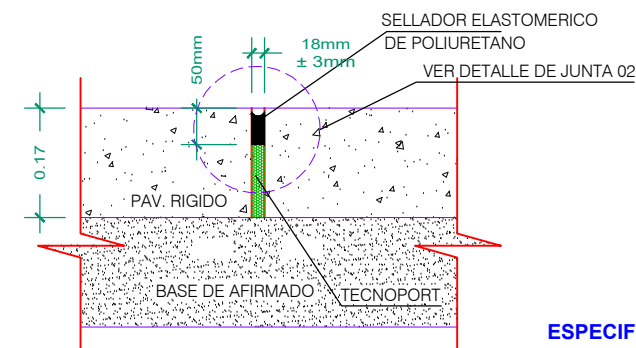


**JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCION**



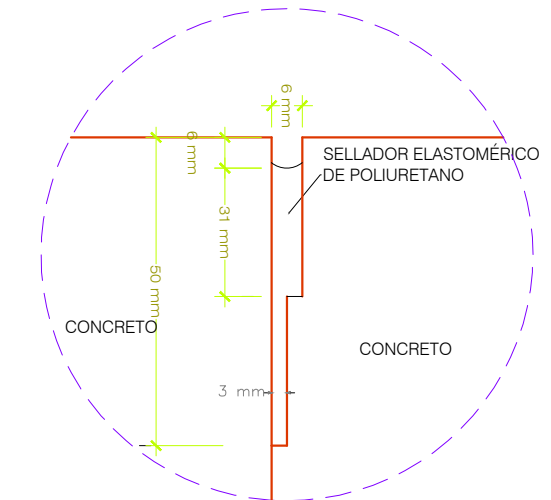
**JUNTA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE CONTRACCION**

ESCALA 1/20



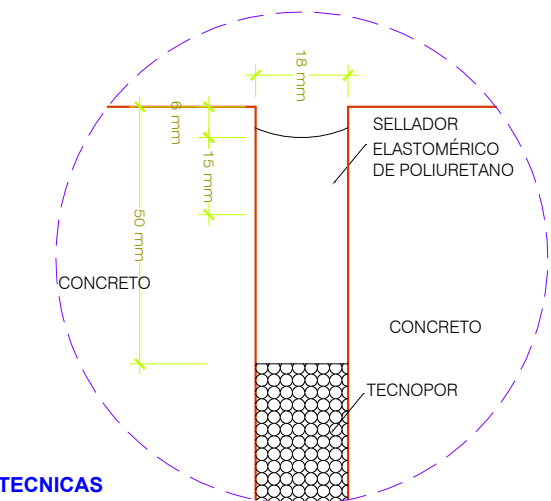
**JUNTA DE AISLAMIENTO**

ESCALA 1/20



**DETALLE DE JUNTA 01**

ESC. : 1/1.5



**DETALLE DE JUNTA 02**

ESC. : 1/1.5

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

PAVIMENTO:  
- CONCRETO  $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$



UBICACION:  
DEPARTAMENTO : LIMA  
PROVINCIA : LIMA  
DISTRITO : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
LOCALIDAD :

PROYECTO:  
"Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho - 2021"

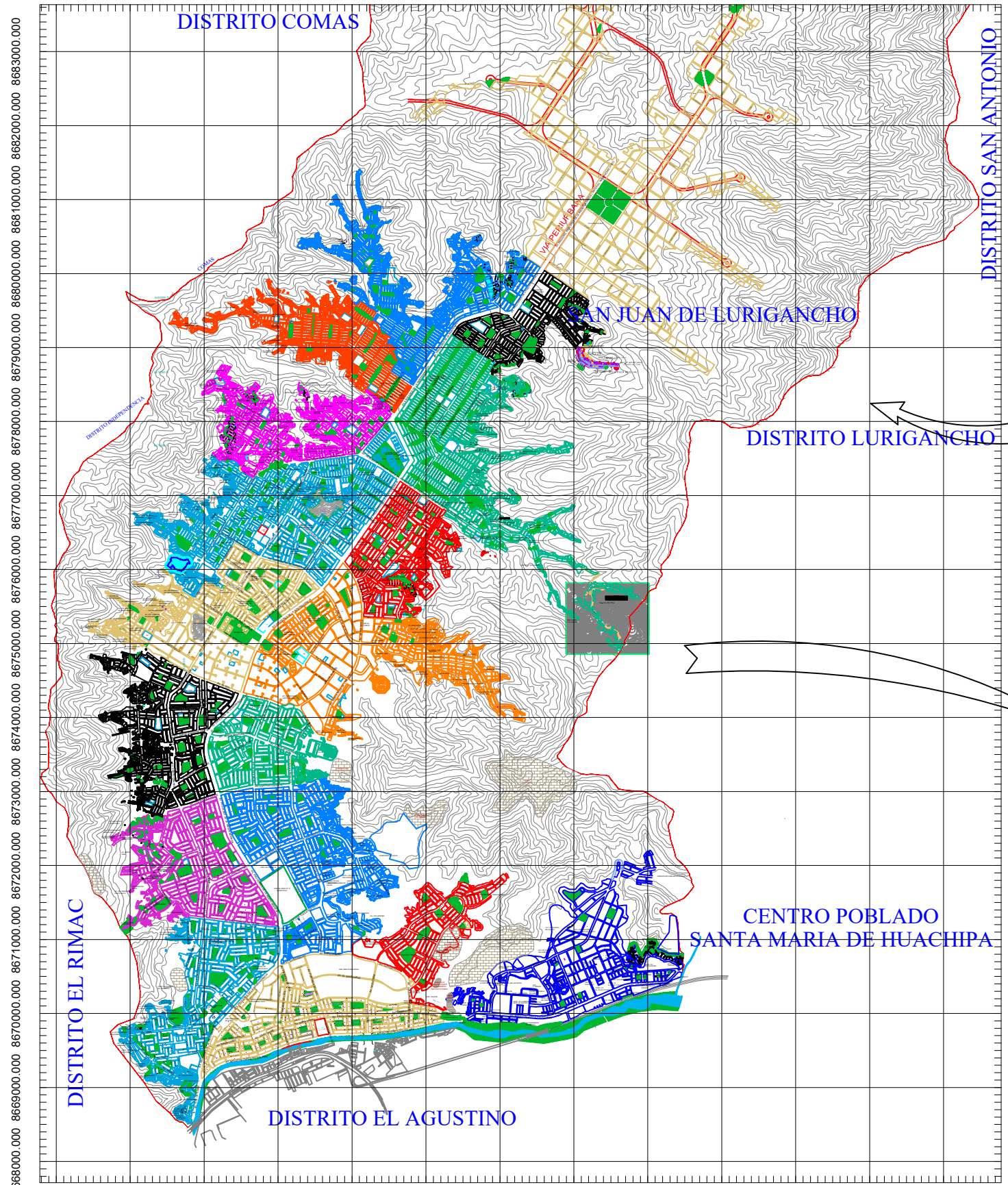
PLANO :  
DETALLES DE PAVIMENTO RIGIDO

RESPONSABLE:	ESPECIALIDAD :
DISEÑO : A.M.G.	DIRIGIDO : A.M.G.
FECHA : NOVIEMBRE 2021	ESCALA : INDICADA
	LAMINA :

DETALLES

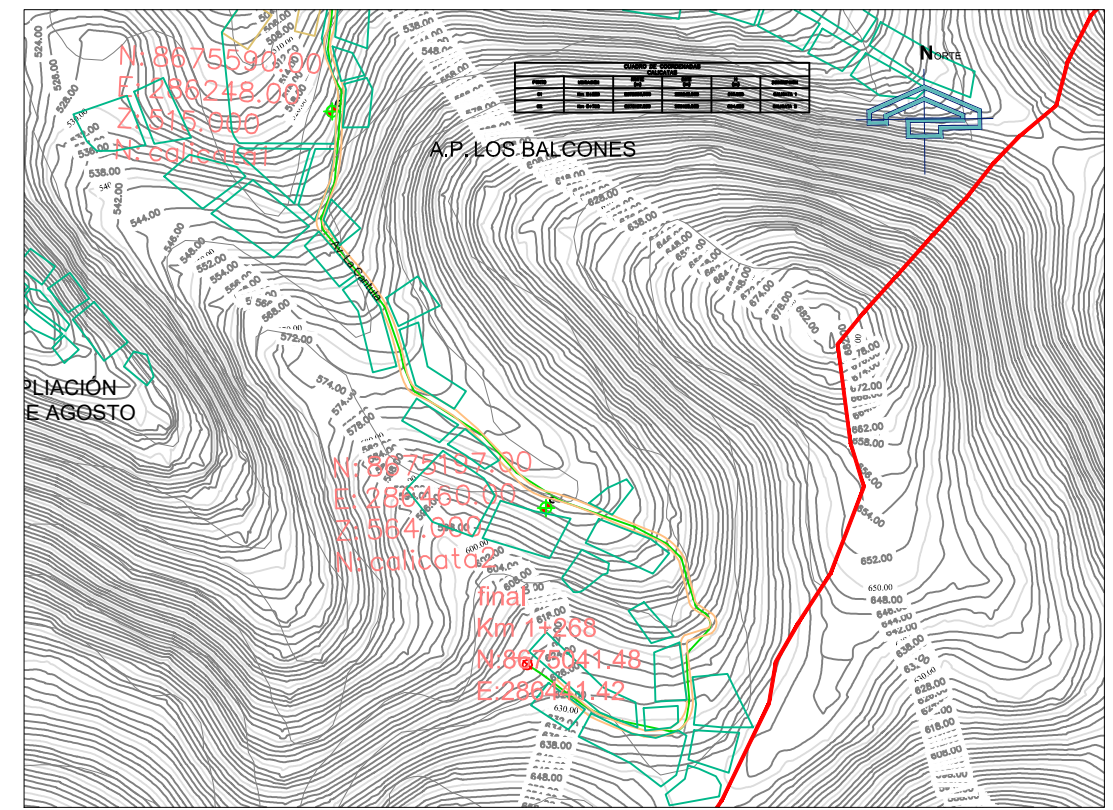
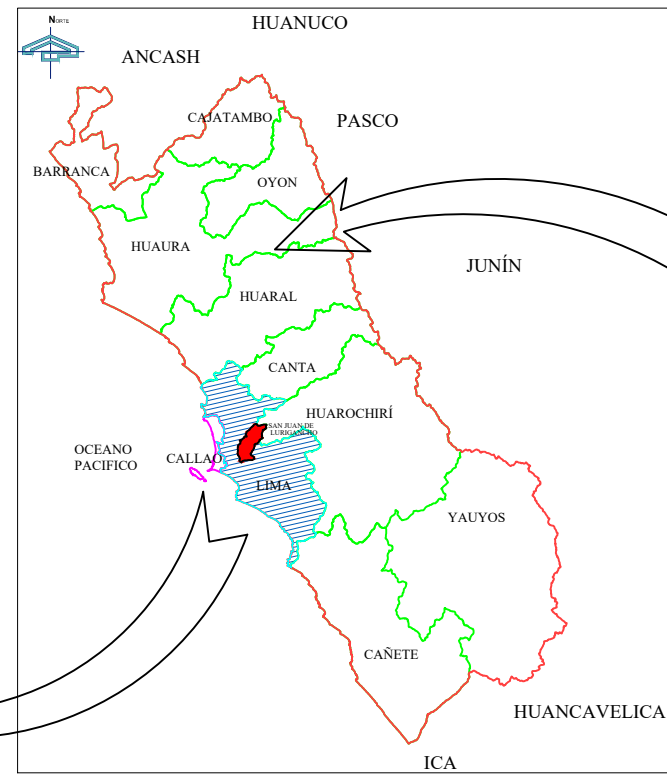
LAMINA  
**DP-01**

279000.000 280000.000 281000.000 282000.000 283000.000 284000.000 285000.000 286000.000 287000.000 288000.000 289000.000 290000.000 291000.000



279000.000 280000.000 281000.000 282000.000 283000.000 284000.000 285000.000 286000.000 287000.000 288000.000 289000.000 290000.000 291000.000

**PLANO DE LOCALIZACION**  
ESC.: 1/70 000



**PLANO DE UBICACION**  
ESC.: 1/7500



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO</b>		<b>UBICACION:</b>	
PROYECTO:		DISTRITO:	
"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AV. LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO-2021"		SAN JUAN DE LURIGANCHO	
PLANO:		PROVINCIA:	
UBICACION Y LOCALIZACION		LIMA	
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	REGION:
	Indicada	SEPTIEMBRE-2021	LIMA
PROFESIONAL RESPONSABLE:		LAMINA Nº	
		U-01	



INFORME

ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Código	AE-FO-01
Versión	01
Fecha	07-05-2018
Página	1 de 1

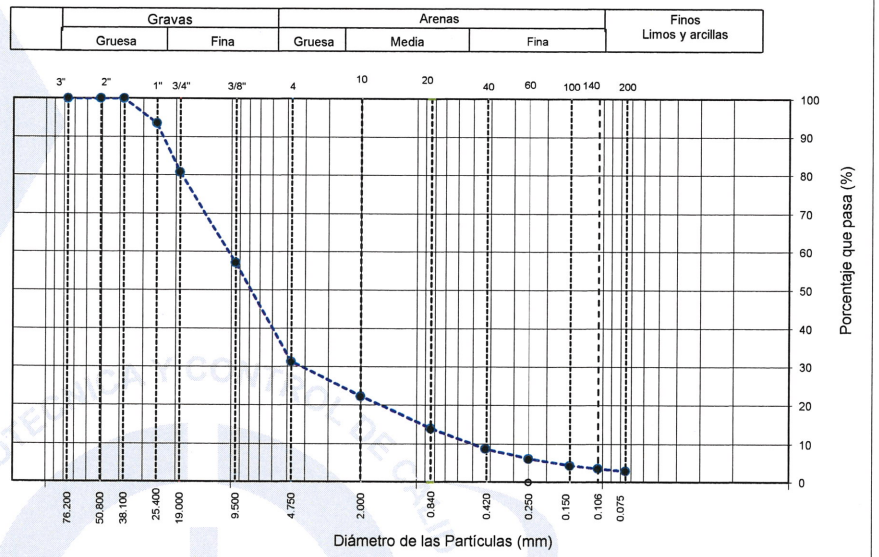
Proyecto : Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.  
 Solicitante : Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes Garcia Alan Eduardo  
 Cliente : Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes Garcia Alan Eduardo  
 Ubicación de Proyecto : Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: L21-088-01  
 Muestreado por : Ingeocontrol  
 Ensayado por : D. Fiestas  
 Fecha de Ensayo: 11/10/2021  
 Turno: Diurno

Tramo : ---  
 Sondaje / Calicata : ---  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

Profundidad: --- m  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

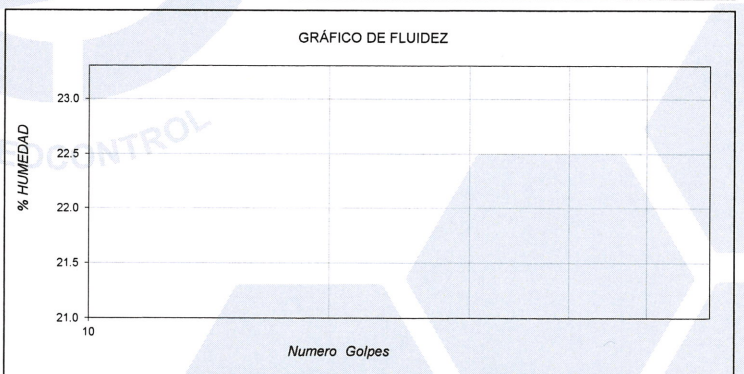
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	93.5
3/4"	19.000	80.7
3/8"	9.500	57.0
N° 4	4.750	31.1
N° 10	2.000	22.2
N° 20	0.840	13.9
N° 40	0.425	8.7
N° 60	0.250	6.1
N° 100	0.150	4.3
N° 140	0.106	3.5
N° 200	0.075	2.9



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.1
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	GP - Grava pobremente gradada con arena
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Material > al tamiz N°4 conformado por granito de baja resistencia abrasiva

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	68.9
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	28.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	2.9

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava pobremente gradada con arena

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:  
 Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR  
 Nombre y firma:  
  
 Luis A. Melgar Ángeles  
 Jefe de Laboratorio  
 INGEOCONTROL

AUTORIZADO POR  
 Nombre y firma:  
  
 Arnaldo Perez Coscco  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico

**INFORME**

Código

AE-FO-15

Versión

01

Fecha

30-04-2018

Página

1 de 3

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR**

Proyecto : Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.  
 Cliente : Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes Garcia Alan Eduardo  
 Solicitante : Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes Garcia Alan Eduardo  
 Ubicación de Proyecto : Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: L21-088-02  
 Muestreado por : Ingeocontrol  
 Ensayado por : B. Melgar  
 Fecha de Ensayo: 11/08/2021  
 Turno: Diurno

Procedencia : ---  
 Identificación : ---  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

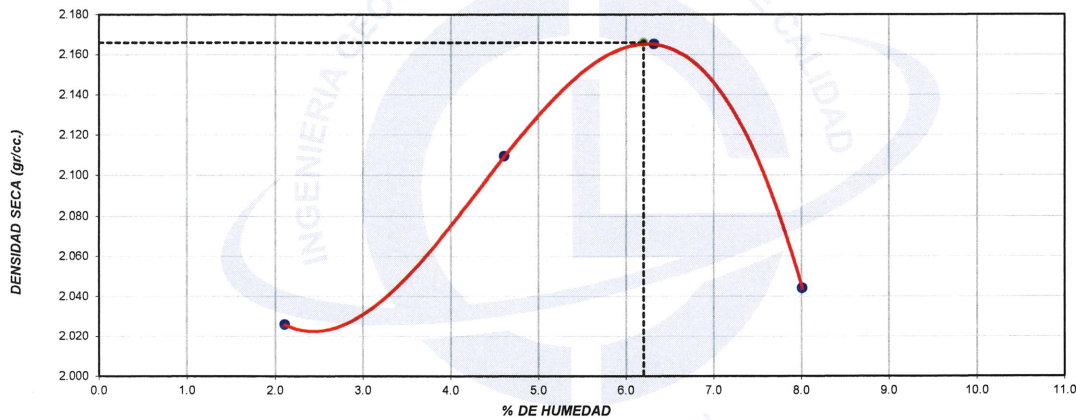
Profundidad: ---  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde 2127 cm<sup>3</sup>  
 Peso Molde 6262 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.069	2.206	2.302	2.208
Contenido de agua	%	2.1	4.6	6.3	8.0
Densidad Seca	gr/cc	2.026	2.109	2.165	2.044

**Densidad Máxima Seca:** 2.166 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Optima:** 6.2 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA****OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

\* ---

\* ---

**INGEOCONTROL SAC****AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

## REVISADO POR

Nombre y firma:

Luis A. Melgar Angeles  
 Jefe de Laboratorio  
 INGEOCONTROL

## AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Perez Ccoscco  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



<b>INFORME</b>  <b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Código</b>	AE-FO-15
	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	30-04-2018
	<b>Página</b>	2 de 3

Proyecto	: Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.	Registro N°:	L21-088-02
Cliente	: Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes Garcia Alan Eduardo	Muestreado por :	Ingeocontrol
Solicitante	: Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes Garcia Alan Eduardo	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.	Fecha de Ensayo:	14/08/2021
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Procedencia	: ---	Profundidad:	--- m
Identificación	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	B		3C		13	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13.326		12.893		12.041	
Peso molde (gr.)	8.684		8.285		7.637	
Peso suelo compactado (gr.)	4.642		4.608		4.404	
Volumen del molde (cm³)	2.019		2.109		2.125	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.299		2.185		2.072	
Densidad Seca (gr./cm³)	2.166		2.057		1.952	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	203.7		205.7		154.8	
Tara + suelo húmedo (gr.)	678.8		767.9		765.5	
Tara + suelo seco (gr.)	651.3		734.9		729.9	
Peso de agua (gr.)	27.5		33.0		35.6	
Peso de suelo seco (gr.)	447.6		529.2		575.1	
Humedad (%)	6.2		6.2		6.2	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 3				3C				Molde N° 13			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		167	8.3			245	12.1			84	4.2		
0.050		406	20.1			504	25.0			196	9.7		
0.075		662	32.8			720	35.6			364	18.0		
0.100	70.307	986	48.8	60.2	85.6	929	46.0	46.0	65.4	560	27.7	26.0	37.0
0.150		1623	80.4			1343	66.5			868	43.0		
0.200	105.460	2158	106.8	118.1	112.0	1647	81.5	82.0	77.8	1092	54.1	54.6	51.8
0.300		3144	155.7			2184	108.1			1484	73.5		
0.400		4013	198.7			2662	131.8			1820	90.1		
0.500		4911	243.2			3169	156.9			2128	105.4		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el personal de INGEOCONTROL  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL  
 \* ---  
 ---

INGEOCONTROL SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:
	 <b>Luis A. Melgar Ángeles</b> Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL	 <b>Arnaldo Perez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



**INFORME**

**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**

Código	AE-FO-15
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	3 de 3

Proyecto : Diseño de Pavimento Rígido Incorporando Fibras de Polipropileno, Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.  
 Cliente : Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes García Alan Eduardo  
 Solicitante : Mitma Trejo Juan Carlos / Magallanes García Alan Eduardo  
 Ubicación de Proyecto : Avenida La Cantuta, San Juan de Lurigancho – 2021.  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: L21-088-02  
 Muestreado por : Ingeocontrol  
 Ensayado por : B. Melgar  
 Fecha de Ensayo: 14/08/2021

Turno: Diurno

Procedencia : ---  
 Identificación : ---  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

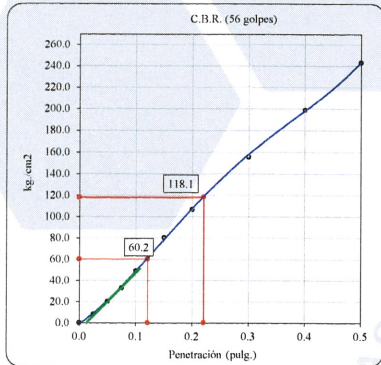
Profundidad: --- m  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

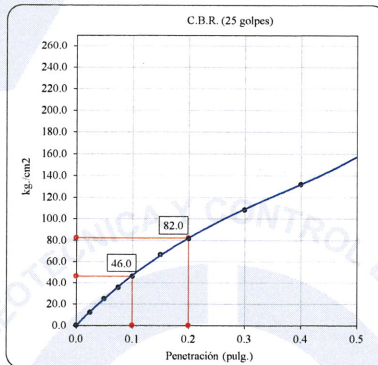
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca : 2.166 gr./cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 2.058 gr./cm<sup>3</sup>

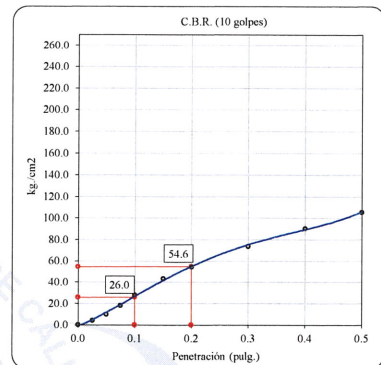
Óptimo Contenido de Humedad : 6.2 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 85.6 %

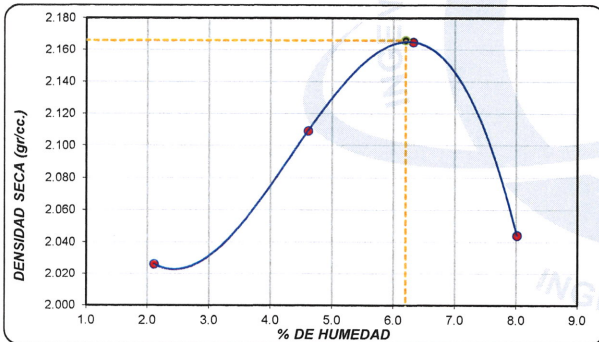


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 65.4 %



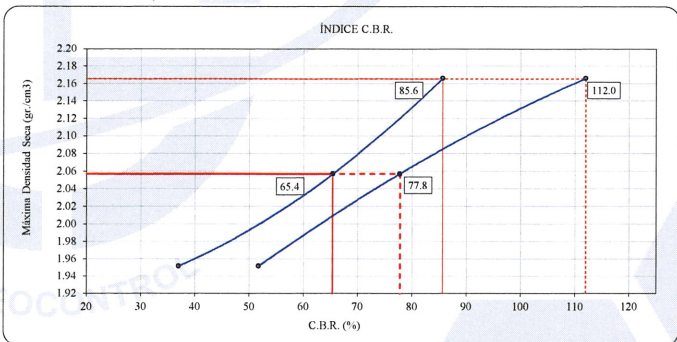
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 37.0 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 85.6 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 65.4 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 112.0 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 77.8 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de INGEOCONTROL
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p>	<p>AUTORIZADO POR</p>
	<p>Nombre y firma:</p> <p>Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p>	<p>Nombre y firma:</p> <p>Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p>



## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

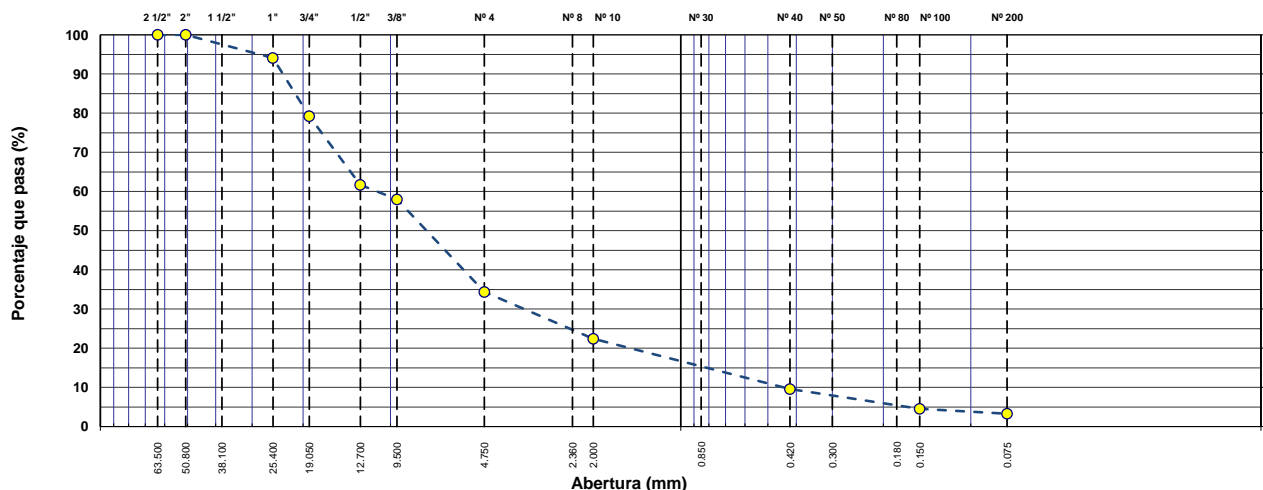
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>PROYECTO</b>	DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	<b>REGISTRO N°</b>	: 2021 - 090
<b>SOLICITANTE</b>	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	<b>MUESTREO POR</b>	: LAB. CONCHIPA
<b>CLIENTE</b>	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	<b>ENSAYADO POR</b>	: L.CASTRO
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 12/10/2021
<b>MATERIAL</b>	: TERRENO NATURAL	<b>N° DE MUESTRA</b>	: M-02

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	10,656.0	g
2 1/2"	63.500				100.0				
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO	=	656.0	g
1 1/2"	38.100	0.0		0.0		LÍMITE LÍQUIDO	=	0	%
1"	25.400	633.4	5.9	5.9	94.1	LÍMITE PLÁSTICO	=	0	%
3/4"	19.050	1,582.0	14.8	20.8	79.2	ÍNDICE PLÁSTICO	=	0	%
5/8"	16.000					% HUMEDAD	=	2.6	
0.53"	13.200								
1/2"	12.700	1,865.0	17.5	38.3	61.7	CLASF. SUCS	=	GW	
3/8"	9.500	395.0	3.7	42.0	58.0	CLASF. AASHTO	=	A-1-a(0)	
0.265"	6.700					Cu	=	3.79	
1/4"	6.350					Cc	=	0.37	
# 4	4.750	2,524.0	23.7	65.7	34.3	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	=	-26.30	
# 8	2.360								Líquido
# 10	2.000	228.0	11.9	77.6	22.4	POT.DE EXPANSIÓN	=	Bajo	
# 16	1.190								
# 20	0.850								
# 30	0.600								
# 40	0.420	245.6	12.8	90.5	9.5				
# 50	0.300					% Grava	=	65.7	%
# 80	0.180					% Arena	=	31.0	%
# 100	0.150	95.4	5.0	95.4	4.6	% Fino	=	3.3	%
# 200	0.075	24.3	1.3	96.7	3.3				
< # 200	FONDO	62.7	3.3	100.0					
#1REF!									
TOTAL									

**CURVA GRANULOMÉTRICA**







## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES MTC E 219 - 2000

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIEMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 091
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L. CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 11/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-01

### AGREGADO GRUESO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
ENSAYO N°	1	2	3	4	
(1) Peso muestra (g)	93.25	91.25	93.25		
(2) Volumen aforo (ml)	50.65	51.52	51.12		
(3) Volumen alicuota (ml)	50.58	51.44	51.02		
(4) Peso masa cristalizada (g)	0.07	0.08	0.10		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1) / ((4) \times (2)))$	0.08	0.09	0.11		0.09%

Observaciones :



*Saul José Chipa Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."  
Oficina - Jr. Arica N° 720 - Abancay - Apurímac



**LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO**

**LÍMITES DE ATTERBERG**

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIEMTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 090
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L.CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 12/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-02

**LÍMITE LÍQUIDO**

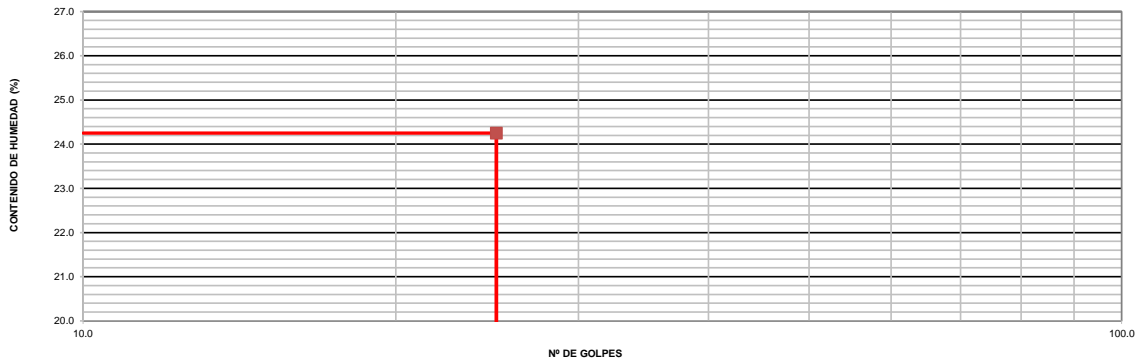
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				

**N.P**

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	0.0
LÍMITE PLÁSTICO	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0.0

OBSERVACIONES



**Saul José Chipa Cahuana**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."  
Oficina - Jr. Arica N° 720-Abancay-Apurímac



## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(MTC E 132 NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIEMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	2021 - 090
SOLICITANTE	MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	LAB. CONCHIPA
CLIENTE	MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	L. CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	12/10/2021
MATERIAL	TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	M-02

#### COMPACTACION

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13348		11934		11688	
Peso de molde (g)	8416		7278		7214	
Peso del suelo húmedo (g)	4932		4656		4474	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2116		2115		2123	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.331		2.201		2.107	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	254.0		354.0		365.0	
Peso suelo seco + tara (g)	239.0		333.2		343.6	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	15.0		20.8		21.4	
Peso de suelo seco (g)	239.0		333.2		343.6	
Contenido de humedad (%)	6.3		6.2		6.2	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.193		2.072		1.984	

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
2/03/2020	13:10		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	
3/03/2020	13:10		0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%
4/03/2020	13:10		0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%
5/03/2020	13:10		0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%
6/03/2020			0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%	0.000	0.000	0.0%

#### PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		mm	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.250		543	20.0			465	17.2			245	9.6		
0.500		983	35.3			793	28.7			421	15.7		
0.750		1285	45.8			1034	37.1			751	27.2		
1.000	70.455	1658	58.9	58.9	84	1267	45.2	45.2	64	1054	37.8	37.8	54
1.500		2495	88.1			1823	64.6			1425	50.7		
2.000	105.682	3152	111.0	111.0	105	2245	79.3	79.3	75	1810	64.2	64.2	61
2.500		3685	129.6			2765	97.5			2265	80.0		
3.000		4025	141.4			3126	110.1			2562	90.4		
4.000		4562	160.2			3595	126.4			2983	105.1		
5.000		4865	170.8			3865	135.9			3254	114.5		



**Saul José Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001



## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

DURABILIDAD AL SULFATO DE Y MAGNESIO

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 091
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L.CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 11/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-01

### ANÁLISIS CUANTITATIVO

#### AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (g)	%		
2 1/2"	2"		3000±300							
2"	1 1/2"		2000±200							
1 1/2"	1"		1000±50							
1"	3/4"	14.8	500±30	825.0		795.3	29.7	3.6	0.53	
3/4"	1/2"	17.5	670±10	672.0		645.5	26.5	3.9	0.69	
1/2"	3/8"	3.7	330±5	333.0		300.0	33.0	0.0	0.00	
3/8"	N° 4	23.7	300±5	304.0		286.4	17.6	5.8	1.37	
TOTALES		59.7		2134.0		2027.2			2.60	

OBSERVACIONES:

Solución: Sulfato de Magnesio



Saúl José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001



LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

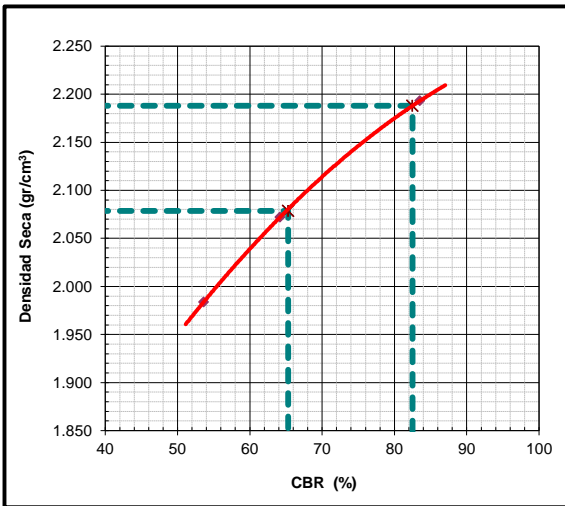
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(MTC E 132 NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATO

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIEMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021  
 SOLICITANTE : MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO  
 CLIENTE : MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO  
 UBICACIÓN DEL PROYECTO : AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021  
 MATERIAL : TERRENO NATURAL

REGISTRO N° : 2021 - 090  
 MUESTREADO POR : LAB. CONCHIPA  
 ENSAYADO POR : L. CASTRO  
 FECHA DE ENSAYO : 12/10/2021  
 N° DE MUESTRA : M-02



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.188  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.40  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.079

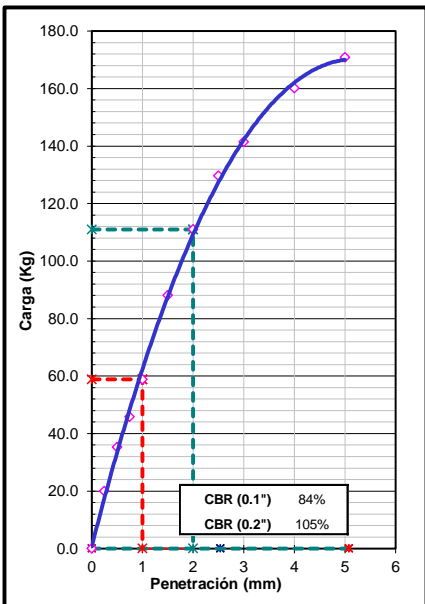
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	82.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	65.3

RESULTADOS:

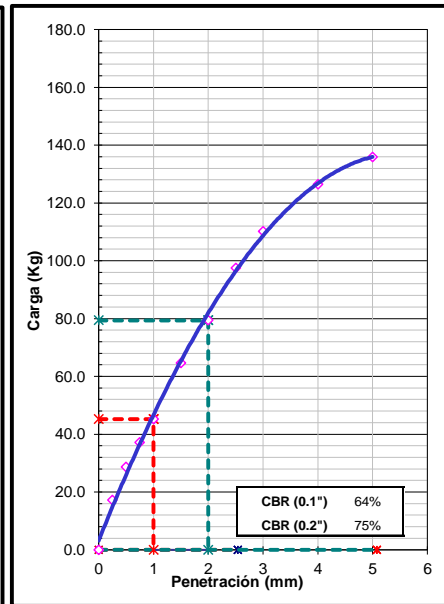
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 83 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 65 (%)  
 Valor Expansión a 56 Golpes por capa: = 0.00%

OBSERVACIONES:

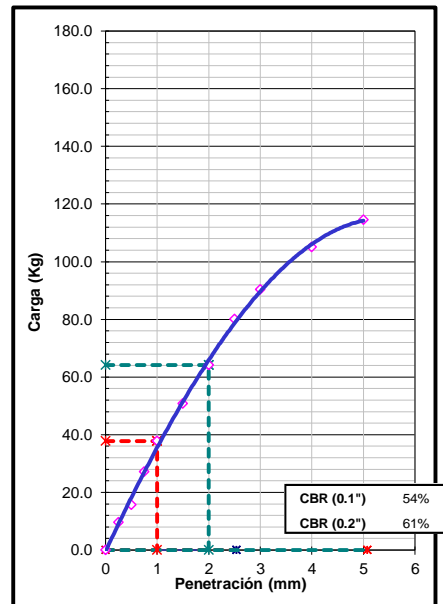
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



*Saúl José Chipa Cahuana*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001



LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIEMNTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021  
REGISTRO N° : 2021 - 090  
SOLICITANTE : MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO  
MUESTREADO POR : LAB. CONCHIPA  
CLIENTE : MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO  
ENSAYADO POR : L. CASTRO  
UBICACIÓN DEL PROYECTO : AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021  
FECHA DE ENSAYO : 12/10/2021  
MATERIAL : TERRENO NATURAL  
N° DE MUESTRA : M-02

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Peso Tara + Suelo Humedo (g)	425.2		
Peso Tara + Suelo Seco (g)	414.3		
Peso Tara (g)			
Peso Agua (g)	10.9		
Peso Suelo Seco (g)	414.3		
Contenido de Humedad (g)	2.6		
Promedio (%)			

Observaciones:

.....  
.....  
.....  
.....



  
  
**Saúl José Chipa Cahuana**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001



## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

DURABILIDAD AL SULFATO DE Y MAGNESIO

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 091
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L.CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 12/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-02

### ANÁLISIS CUANTITATIVO

#### AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	N° de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	N° de partículas
Pasa	Retiene						Peso (g)	%		
2 1/2"	2"		3000±300							
2"	1 1/2"		2000±200							
1 1/2"	1"		1000±50							
1"	3/4"	15.2	500±30	925.3		890.3	35.0	3.8	0.57	
3/4"	1/2"	18.3	670±10	752.2		725.4	26.8	3.6	0.65	
1/2"	3/8"	4.9	330±5	425.3		406.2	19.1	0.0	0.00	
3/8"	N° 4	21.3	300±5	495.3		475.3	20.0	4.0	0.86	
TOTALES		59.7		2598.1		2497.2			2.09	

OBSERVACIONES: Solución: Sulfato de Magnesio



Saúl José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001



**LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO**

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

**(AASHTO - T-180, ASTM D1557, MTC E115)**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIEMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 090
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L. CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 12/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-02

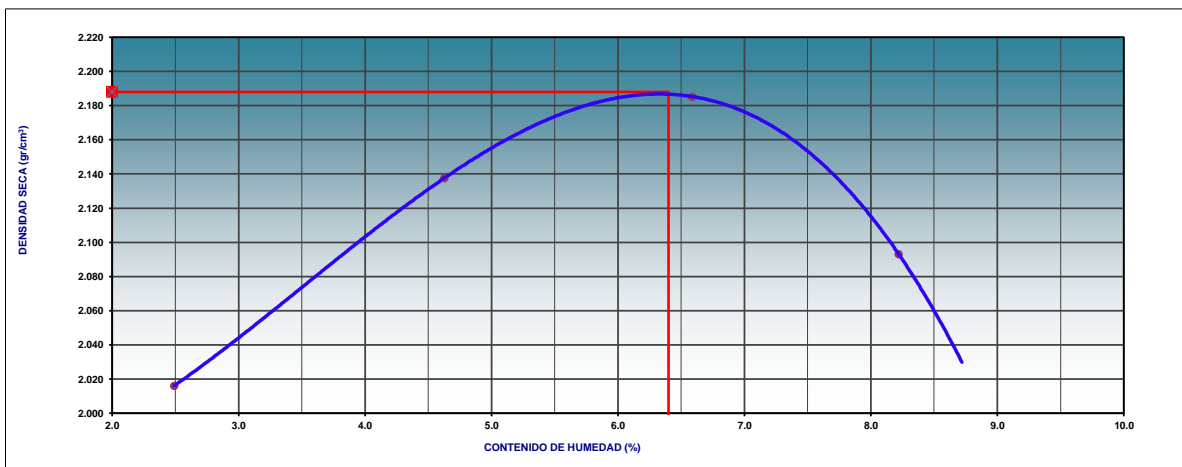
**COMPACTACIÓN**

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	C			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
<b>NÚMERO DE ENSAYO</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		10564	10925	11122	10986
PESO DE MOLDE (gr)		6177	6177	6177	6177
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		4387	4748	4945	4809
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		2123	2123	2123	2123
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		2.07	2.24	2.33	2.27

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>RECIPIENTE N°</b>					
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		365.4	425.3	376.6	435.4
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		357.0	407.6	354.5	404.0
PESO DE LA TARA (gr)		20.0	25.0	19.0	22.0
PESO DE AGUA (gr)		8.4	17.7	22.1	31.4
PESO DE SUELO SECO (gr)		337.0	382.6	335.5	382.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.5	4.6	6.6	8.2
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		2.02	2.14	2.19	2.09
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.188</b>			<b>6.40</b>

**CURVA DE COMPACTACIÓN**



*Saúl José Chipa Cahuana*  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 193001**

Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."  
 Oficina - Jr. Arica N° 720 - Abancay - Apurímac





## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES MTC E 219 - 2000

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIEMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 090
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L. CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 12/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-02

### AGREGADO GRUESO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
ENSAYO N°	1	2	3	4	
(1) Peso muestra (g)	92.58	92.25	92.74		
(2) Volumen aforo (ml)	51.26	51.35	51.40		
(3) Volumen alicuota (ml)	51.19	51.27	51.33		
(4) Peso masa cristalizada (g)	0.07	0.08	0.07		
(5) Porcentaje de sales (%) $(100/((3) \times (1)/(4) \times (2)))$	0.08	0.09	0.08		0.08%

Observaciones :



*Saul José Chipa Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."  
Oficina - Jr. Arica N° 720 - Abancay - Apurímac



## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

### DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS

NTO 339.178

#### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIEMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 091
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L.CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 11/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-01

#### CONTENIDO DE ION SULFATO EN SUELOS

##### AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA	
1.-	VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	ml	300.0	
2.-	PESO DE SUELO SECO	gr	100.0	
3.-	NUMERO DE CRISOL	-	1	2
4.-	PESO DE CRISOL	gr	20.537	21.548
5.-	PESO DE CRISOL + RESIDUOS DE SULFATO	gr	20.548	21.470
6.-	PESO DE RESIDUO DE SULFATOS	gr	0.011	0.012
7.-	VOLUMEN DE SOLUCION TOMADA	ml	35.000	35.000
8.-	PESO DE LA MUESTRA EN VOL. DE SOLUCION	gr	11.667	11.667
9.-	CONCENTRACION DE ION SULFATO	p.p.m	387.986	423.257
10.-	CONTENIDO DE SULFATOS	%	0.039	0.042
11.-	PROMEDIO DEL CONTENIDO DE SULFATOS	%	0.041	

OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---



Saúl José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001



## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

### DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS

NTO 339.178

#### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIEMENTOS RIGIDO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIPROPILENO, AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	REGISTRO N°	: 2021 - 091
SOLICITANTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	MUESTREADO POR	: LAB. CONCHIPA
CLIENTE	: MITMA TREJO JUAN CARLOS / MAGALLANES GARCIA ALAN EDUARDO	ENSAYADO POR	: L. CASTRO
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: AVENIDA LA CANTUTA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2021	FECHA DE ENSAYO	: 12/10/2021
MATERIAL	: TERRENO NATURAL	N° DE MUESTRA	: M-02

#### CONTENIDO DE ION SULFATO EN SUELOS

##### AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	IDENTIFICACION DE MUESTRA	
1.-	VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	ml	300.0	
2.-	PESO DE SUELO SECO	gr	100.0	
3.-	NUMERO DE CRISOL	-	1	2
4.-	PESO DE CRISOL	gr	20.532	21.460
5.-	PESO DE CRISOL + RESIDUOS DE SULFATO	gr	20.544	21.470
6.-	PESO DE RESIDUO DE SULFATOS	gr	0.012	0.010
7.-	VOLUMEN DE SOLUCION TOMADA	ml	35.000	35.000
8.-	PESO DE LA MUESTRA EN VOL. DE SOLUCION	gr	11.667	11.667
9.-	CONCENTRACION DE ION SULFATO	p.p.m	423.257	352.714
10.-	CONTENIDO DE SULFATOS	%	0.042	0.035
11.-	PROMEDIO DEL CONTENIDO DE SULFATOS	%	0.039	

OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

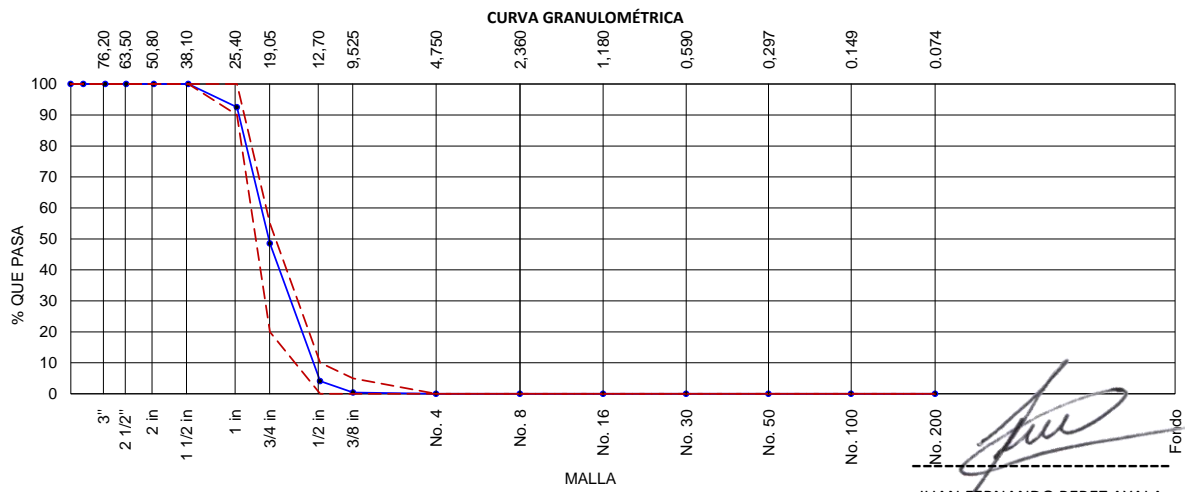


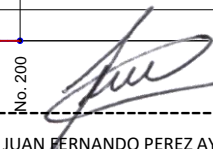
Saúl José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

**METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS  
ASTM C136**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 24-11-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

ABERTURA DE TAMICES		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.0	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.0	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.0	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.0	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.0	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.0	100.00	100.00
1 in	25.00 mm	797.6	7.47	7.47	92.5	90.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	4697.2	44.00	51.48	48.5	20.00	55.00
1/2 in	12.50 mm	4744.2	44.45	95.92	4.1	0.00	10.00
3/8 in	9.50 mm	395.1	3.70	99.62	0.4	0.00	5.00
No. 4	4.75 mm	40.2	0.38	100.00		0.00	0.00
No. 8	2.36 mm					0.00	0.00
No. 16	1.18 mm					0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm					0.00	0.00
< No. 200	< No. 200				0.0	-	-
						MF	7.51
						TMN	1 IN
						TM	1 1/2 IN



  
**JUAN FERNANDO PEREZ AYALA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

**METODO ESTANDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO  
ASTM C 127**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 24-11-21	N: -	
SECTOR	:	E: -	
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C: -	
SONDAJE	:		

DATOS	1	2	
MASA SECADA AL HORNO	4900.1	4903.6	
MASA DE LA MUESTRA AL AIRE SSD	4939.1	4939.9	
MASA DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3091.5	3098.6	<b>PROMEDIO</b>
DENSIDAD RELATIVA (OD)	2.652	2.663	<b>2.658</b>
DENSIDAD RELATIVA (SSS)	2.673	2.683	<b>2.678</b>
DENSIDAD RELATIVA APRENTE	2.709	2.717	<b>2.713</b>
% ABSORCIÓN	0.8	0.7	<b>0.768</b>

  
 -----  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

**METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD APARENTE " PESO UNITARIO" Y VACIOS EN AGREGADOS  
ASTM C 29**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Garcia Magallanes		
FECHA	: 24-11-21	N: -	
SECTOR	:	E: -	
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C: -	
SONDAJE	:		

PESO UNITARIO SUELTO			
DATOS	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.577	3.577	
Volumen de molde (m3)	0.007	0.007	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.441	13.589	
Peso de muestra suelta (kg)	9.834	10.012	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1394	1419	<b>1407</b>

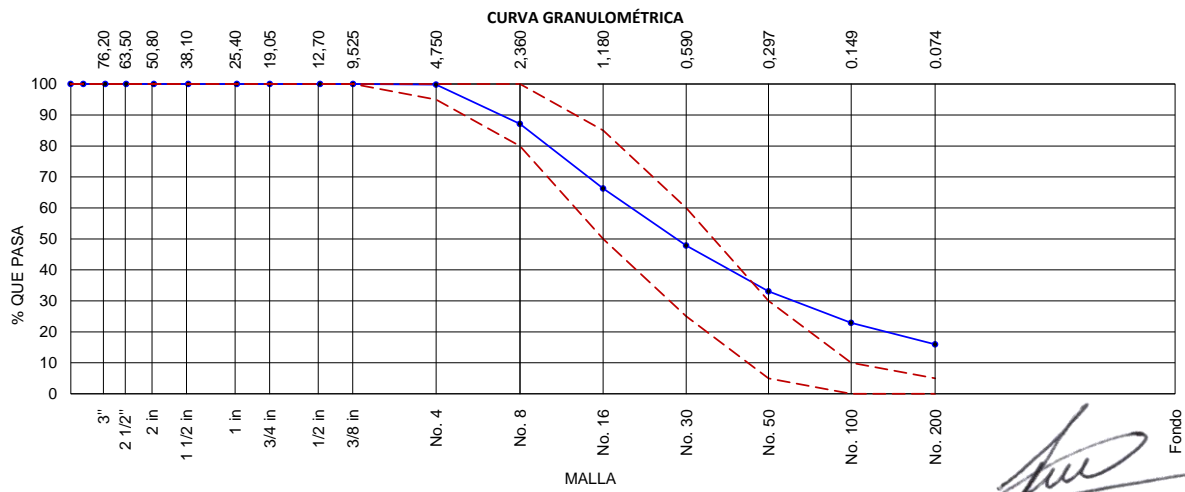
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DATOS	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.577	3.577	
Volumen de molde (m3)	0.007	0.007	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.642	14.504	
Peso de muestra suelta (kg)	11.065	10.927	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1569	1549	<b>1559</b>

  
 -----  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

**METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS  
ASTM C136**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 24-11-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.0	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.0	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.0	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.0	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.0	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.0	100.00	100.00
1 in	25.00 mm				100.0	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm				100.0	100.00	100.00
1/2 in	12.50 mm				100.0	100.00	100.00
3/8 in	9.50 mm				100.0	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	0.8	0.20	0.20	99.8	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	51.4	12.67	12.87	87.1	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	84.5	20.85	33.71	66.3	50.00	85.00
No. 30	600 µm	74.6	18.41	52.12	47.9	25.00	60.00
No. 50	300 µm	60.0	14.80	66.92	33.1	5.00	30.00
No. 100	150 µm	41.2	10.16	77.08	22.9	0.00	10.00
No. 200	75 µm	28.2	6.96	84.04	16.0	0.00	5.00
< No. 200	< No. 200	64.7		84.04	16.0	-	-
						MF	2.43
						TMN	---
						TM	---



  
 Ffondo  
 -----  
**JUAN FERNANDO PEREZ AYALA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

**METODO ESTANDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO  
ASTM C 128**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 24-11-21	N: -	
SECTOR	:	E: -	
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C: -	
SONDAJE	:		

DATOS	1	2	
MASA SECADA AL HORNO	490	490	
MASA DE PICNOMETRO CON AGUA	665.6	665.6	
MASA DE PICNOMETRO CON AGUA + MUESTRA SSS	975.6	975.6	
MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA SSS	500	500	<b>PROMEDIO</b>
DENSIDAD RELATIVA (OD)	2.579	2.579	<b>2.579</b>
DENSIDAD RELATIVA (SSD)	2.632	2.632	<b>2.632</b>
DENSIDAD RELATIVA APRENTE	2.722	2.722	<b>2.722</b>
% ABSORCIÓN	2.0	2.0	<b>2.04</b>

  
 -----  
**JUAN FERNANDO PEREZ AYALA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128



METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD APARENTE " PESO UNITARIO" Y VACIOS EN AGREGADOS ASTM C 29			
PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>  N: - E: - C: -	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 24-11-21		
SECTOR	:		
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho		
SONDAJE	:		

PESO UNITARIO SUELTO			
DATOS	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.577	3.577	
Volumen de molde (m3)	0.007	0.007	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	15.050	15.210	
Peso de muestra suelta (kg)	11.473	11.633	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1626	1649	<b>1638</b>

PESO UNITARIO COMPACTADO			
DATOS	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.577	3.577	
Volumen de molde (m3)	0.007	0.007	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	16.437	16.460	
Peso de muestra suelta (kg)	12.860	12.884	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1823	1826	<b>1825</b>

  
 -----  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

**METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA OBTENER CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS  
ASTM C566**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Garcia Magallanes		
FECHA	: 24-11-21	N: -	
SECTOR	:	E: -	
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C: -	
SONDAJE	:		

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
DATOS	UND	2	CANTERA
MASA RECIPIENTE	g	2367.8	Ferreteria progresol "1 ero de mayo"
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	g	13086.4	
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTR SECA	g	13040.1	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	0.4	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
DATOS	UND	2	CANTERA
MASA RECIPIENTE	g	242.3	Ferreteria progresol "1 ero de mayo"
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	g	2563.7	
MASA DEL RECIPIENTE + MUESTR SECA	g	2538.7	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	1.1	

  
 -----  
**JUAN FERNANDO PEREZ AYALA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO ACI 211															
PROYECTO	:	Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Coodenadas</th> <td></td> </tr> <tr> <td>N:</td> <td>-</td> <td>Codigo: TLS-096</td> </tr> <tr> <td>E:</td> <td>-</td> <td>vesion: 2</td> </tr> <tr> <td>C:</td> <td>-</td> <td>Pagina: 1 de 1</td> </tr> </table>	Coodenadas			N:	-	Codigo: TLS-096	E:	-	vesion: 2	C:	-	Pagina: 1 de 1
Coodenadas															
N:	-	Codigo: TLS-096													
E:	-	vesion: 2													
C:	-	Pagina: 1 de 1													
SOLICITANTE	:	Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Garcia Magallanes													
FECHA	:	24-11-21													
SECTOR	:														
UBICACIÓN	:	San Juan Lurigancho													
SONDAJE	:														

Agregado grueso procedencia	:	Ferretria Progresol "1ero de mayo"	1.- Resistencia de diseño F'cr	434	kg/cm2	4.-	Calculo de cantidad de cemento (Kg)	402
Agregado grueso procedencia	:	Ferretria Progresol "1ero de mayo"	2.- Relacion agua cemento	0.48		5.-	Cantidad de cemento bolsa x m3	9.5
Cemento procedencia	:	Ferretria Progresol "1ero de mayo"	3.- volumen de agua (L)	193		6.-	Adiccion de fibras	-

INSUMOS	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCION	MODULO DE FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTADO
CEMENTO SOL TIPO I	3120. Kg/m3	0.1289	---	---	---		---
AGUA	1000. Kg/m3	0.1930	---	---	---		---
AIRE	---	0.1500	---	---	---		---
AGREGADO GRUESO	2658. Kg/m3	---	0.20%	0.80%	7.51	1407	1559
AGREGADO FINO	2579. Kg/m3	---	1.31%	2.00%	2.43	1638	1825

Volumen de pasta            0.337 m3  
 Volumen de agregados    0.663 m3

7.- Propocion de agregados				10.- volumen de prueba	0.040	m3		
Agregado grueso	43%	=0.285m3	=756Kg	cemento	15.99	Kg		
Agregado fino	57%	=0.378m3	=975Kg	agua	8.92	L		
Agua	224 L			agregado grueso	30.10	Kg		
				agregado fino	39.50	Kg		
				fibra	0.00	g		
8.- Corrección por humedad				slump	3"			
Agregado grueso	758	Kg						
Agregado fino	988	Kg						
9.- Agua corregida por absorcion y humedad				11.- Proporción en volumen en obra				
Agua	224	L		Cem	AF	AG	FIBR	Agua
				1	:2.3	:2.01	:0	23.7 l/bolsa

  
 -----  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO ACI 211

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Garcia Magallanes		
FECHA	: 24-11-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Agregado grueso procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	1.- Resistencia de diseño F'cr	434 kg/cm2	4.- Calculo de cantidad de cemento (Kg)	402
Agregado grueso procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	2.- Relacion agua cemento	0.48	5.- Cantidad de cemento bolsa x m3	9.5
Cemento procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	3.- volumen de agua (L)	193	6.- Adiccion de fibras	200 g

INSUMOS	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCION	MODULO DE FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTADO
CEMENTO SOL TIPO I	3120. Kg/m3	0.1289	---	---	---		---
AGUA	1000. Kg/m3	0.1930	---	---	---		---
AIRE	---	0.1500	---	---	---		---
AGREGADO GRUESO	2658. Kg/m3	---	0.20%	0.80%	7.51	1407	1559
AGREGADO FINO	2579. Kg/m3	---	1.31%	2.00%	2.43	1638	1825

Volumen de pasta 0.337 m3

Volumen de agregados 0.663 m3

7.- Propocion de agregados

Agregado grueso	43%	=0.285m3	=756Kg
Agregado fino	57%	=0.378m3	=975Kg
Agua		224 L	

8.- Corrección por humedad

Agregado grueso	758 Kg
Agregado fino	988 Kg

9.- Agua corregida por absorcion y humedad

Agua	224 L
------	-------

10.- volumen de prueba

0.040 m3	
cemento	15.99 Kg
agua	8.92 L
agregado grueso	30.10 Kg
agregado fino	39.50 Kg
fibra	7.56 g
slump	3"

11.- Proporción en volumen en obra

Cem	AF	AG	FIBR	Agua
1	:2.3	:2.01	:200 g	23.7 l/bolsa

  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO ACI 211

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Garcia Magallanes		
FECHA	: 24-11-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Agregado grueso procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	1.- Resistencia de diseño F'cr	434 kg/cm2	4.- Calculo de cantidad de cemento (Kg)	402
Agregado grueso procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	2.- Relacion agua cemento	0.48	5.- Cantidad de cemento bolsa x m3	9.5
Cemento procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	3.- volumen de agua (L)	193	6.- Adiccion de fibras	400 g

INSUMOS	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCION	MODULO DE FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTADO
CEMENTO SOL TIPO I	3120. Kg/m3	0.1289	---	---	---		---
AGUA	1000. Kg/m3	0.1930	---	---	---		---
AIRE	---	0.1500	---	---	---		---
AGREGADO GRUESO	2658. Kg/m3	---	0.20%	0.80%	7.51	1407	1559
AGREGADO FINO	2579. Kg/m3	---	1.31%	2.00%	2.43	1638	1825

Volumen de pasta 0.337 m3

Volumen de agregados 0.663 m3

7.- Propocion de agregados

Agregado grueso	43%	=0.285m3	=756Kg
Agregado fino	57%	=0.378m3	=975Kg
Agua		224 L	

8.- Corrección por humedad

Agregado grueso	758 Kg
Agregado fino	988 Kg

9.- Agua corregida por absorcion y humedad

Agua	224 L
------	-------

10.- volumen de prueba

0.040 m3	
cemento	15.99 Kg
agua	8.92 L
agregado grueso	30.10 Kg
agregado fino	39.50 Kg
fibra	15.91 g
slump	3"

11.- Proporción en volumen en obra

Cem	AF	AG	FIBR	Agua
1	:2.3	:2.01	:400 g	23.7 l/bolsa



JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 260128

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO ACI 211

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Garcia Magallanes		
FECHA	: 24-11-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Agregado grueso procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	1.- Resistencia de diseño F'cr	434 kg/cm2	4.- Calculo de cantidad de cemento (Kg)	402
Agregado grueso procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	2.- Relacion agua cemento	0.48	5.- Cantidad de cemento bolsa x m3	9.5
Cemento procedencia	: Ferreteria Progresol "1ero de mayo"	3.- volumen de agua (L)	193	6.- Adiccion de fibras	600 g

INSUMOS	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCION	MODULO DE FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTADO
CEMENTO SOL TIPO I	3120. Kg/m3	0.1289	---	---	---		---
AGUA	1000. Kg/m3	0.1930	---	---	---		---
AIRE	---	0.1500	---	---	---		---
AGREGADO GRUESO	2658. Kg/m3	---	0.20%	0.80%	7.51	1407	1559
AGREGADO FINO	2579. Kg/m3	---	1.31%	2.00%	2.43	1638	1825

Volumen de pasta 0.337 m3

Volumen de agregados 0.663 m3

7.- Propocion de agregados

Agregado grueso	43%	=0.285m3	=756Kg
Agregado fino	57%	=0.378m3	=975Kg
Agua		224 L	

8.- Corrección por humedad

Agregado grueso	758 Kg
Agregado fino	988 Kg

9.- Agua corregida por absorcion y humedad

Agua	224 L
------	-------

10.- volumen de prueba

0.040 m3	
cemento	15.99 Kg
agua	8.92 L
agregado grueso	30.10 Kg
agregado fino	39.50 Kg
fibra	23.86 g
slump	3"

11.- Proporción en volumen en obra

Cem	AF	AG	FIBR	Agua
1	:2.3	:2.01	:600 g	23.7 l/bolsa

  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	tipo de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto patrón	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	5	19410	244.68
Concreto patrón	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	5	18170	229.05
Concreto patrón	04/11/2021	11/11/2021	7	10.03	20.13	5	19990	253.00

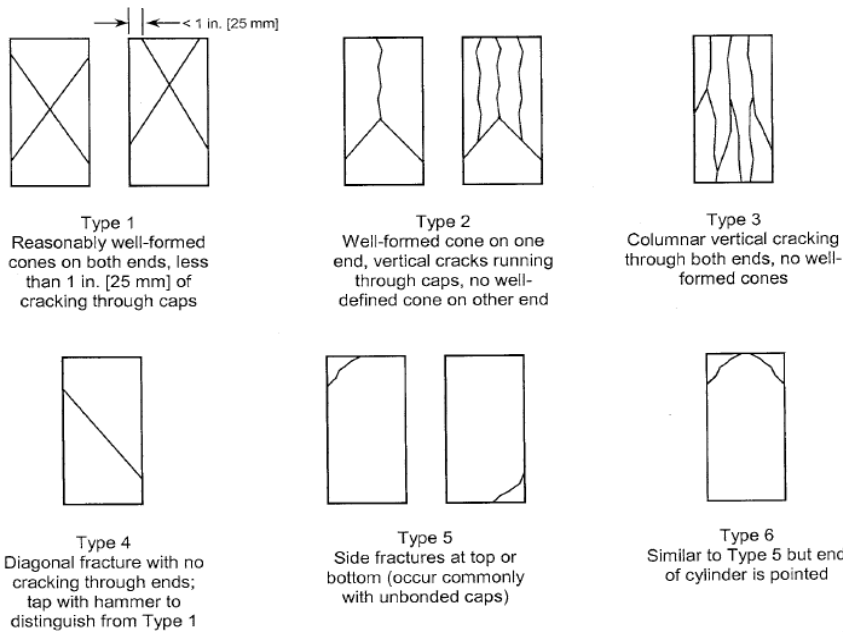


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

*Juan Fernando Perez Ayala*  
-----  
JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 260128

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	tipo de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto patrón	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.11	5	25230	318.05
Concreto patrón	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.11	5	23886	301.11
Concreto patrón	04/11/2021	18/11/2021	14	10.03	20.13	5	25838	327.01

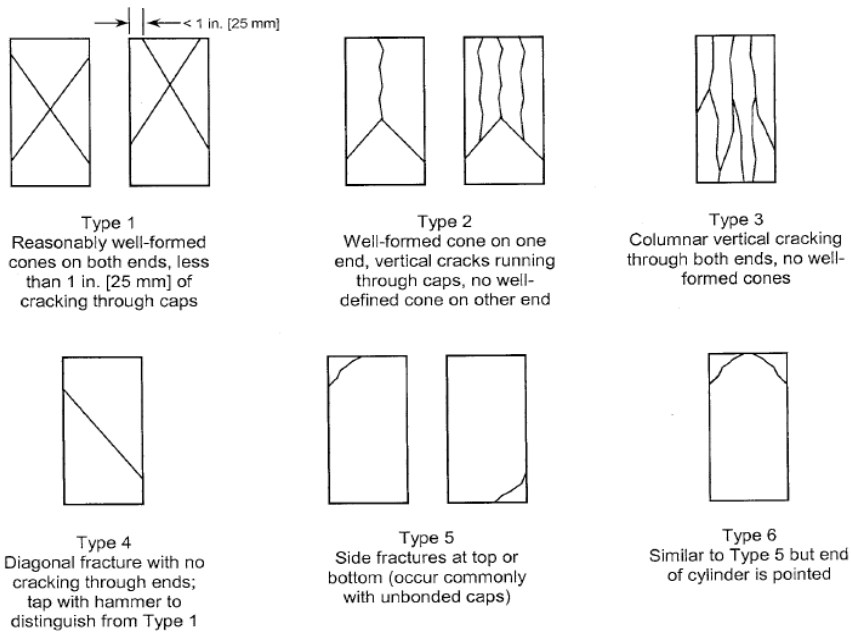


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128



## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coodenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	tipo de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto patrón	04/11/2021	02/12/2021	28	10.05	20.11	5	29337	369.82
Concreto patrón	04/11/2021	02/12/2021	28	10.05	20.11	5	27775	350.13
Concreto patrón	04/11/2021	02/12/2021	28	10.03	20.13	5	30044	380.25

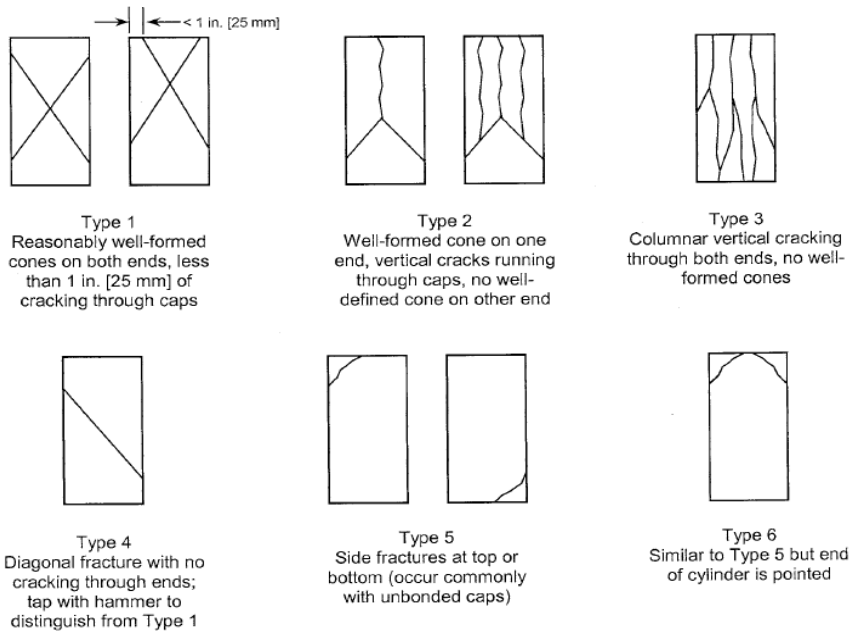


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN  
ASTM C39**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	tipo de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	11/11/2021	7	10.03	20.11	2	21300	269.58
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	11/11/2021	7	10.01	20.11	2	20980	266.59
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	11/11/2021	7	10.02	20.13	2	21310	270.25

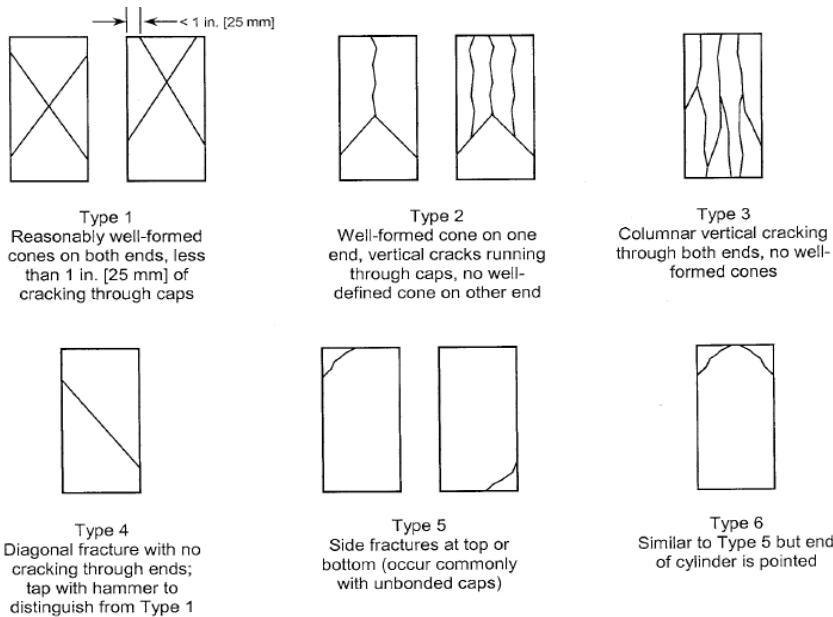


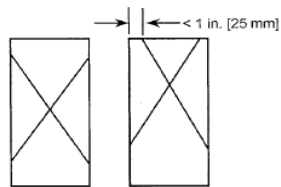
FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

*Juan Bernando Perez Ayala*  
 -----  
 JUAN BERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

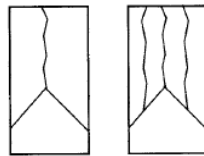
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coodenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 02-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.03	20.11	2	27243	344.80
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.01	20.11	2	26883	341.60
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.02	20.13	2	27245	345.51



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps



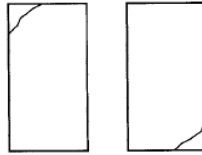
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1




**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

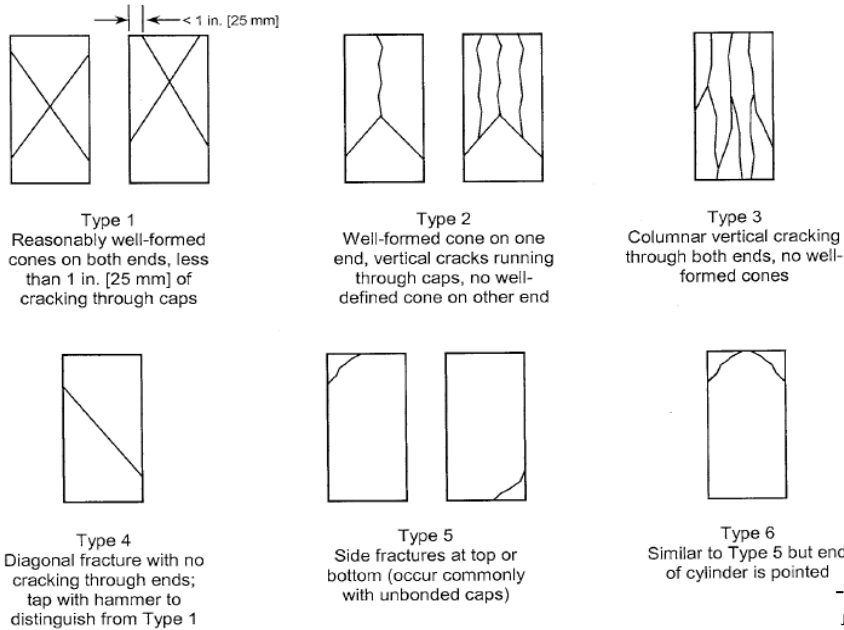
**FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns**

  
JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 260128

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN  
 ASTM C39**

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.03	20.11	2	31678	400.93
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.01	20.11	2	31259	397.21
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.02	20.13	2	31680	401.75



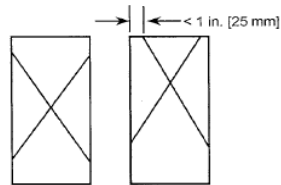
**FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns**

*Juan Bernando Perez Ayala*  
 JUAN BERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

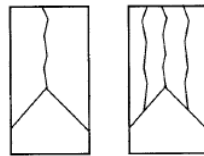
## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coodenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	11/11/2021	7	10	20.11	2	21700	276.29
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	11/11/2021	7	10	20.11	2	21700	276.29
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	11/11/2021	7	10	20.13	2	22080	281.13



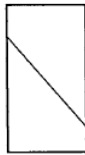
**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps



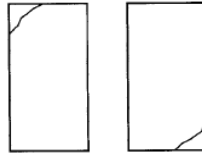
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

*Juan Fernando Perez Ayala*  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coodenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.01	20.11	2	27699	351.97
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.02	20.11	2	27754	351.97
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.03	20.13	2	28217	357.12

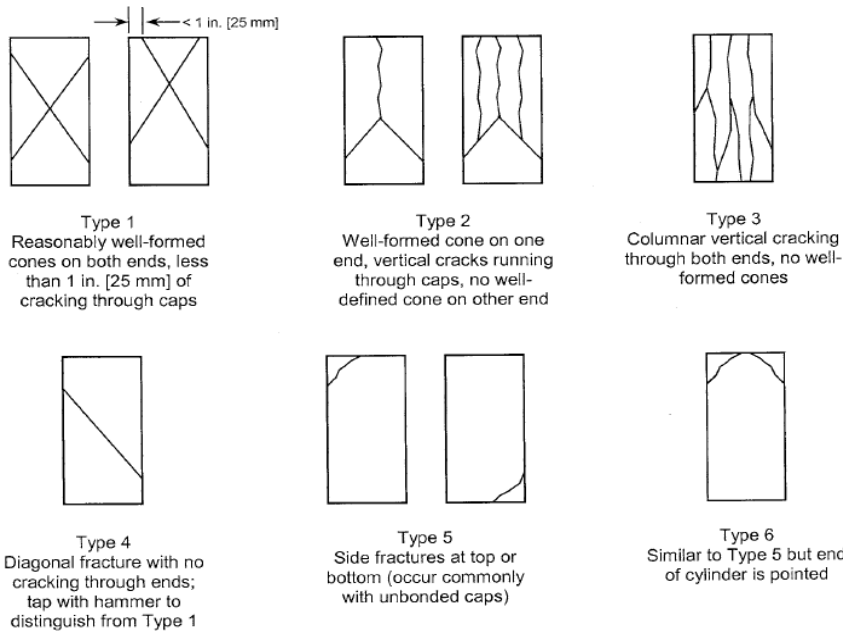


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coodenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.03	20.11	2	32337	409.27
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.03	20.11	2	32337	409.27
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.04	20.13	2	32876	415.26

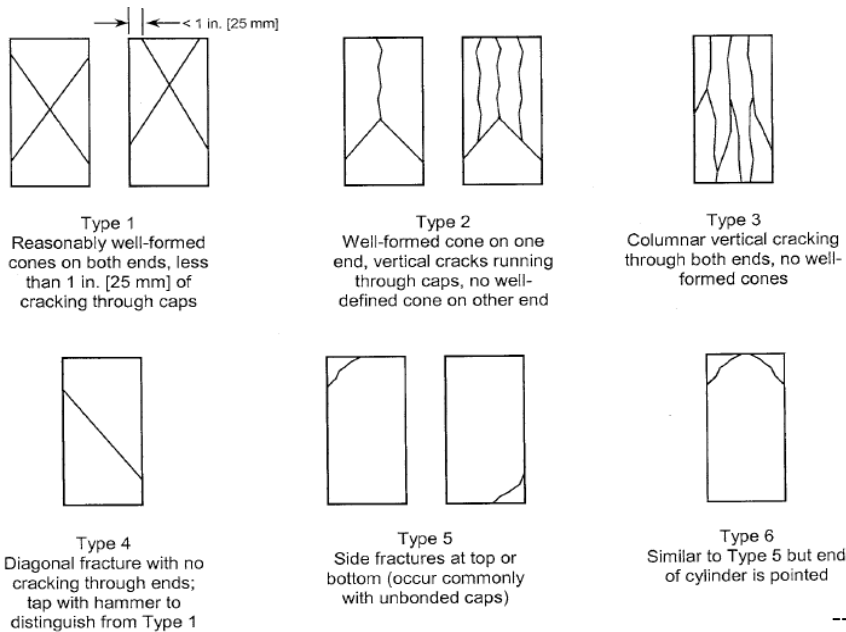


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	11/11/2021	7	10.04	20.11	2	21700	274.10
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	11/11/2021	7	10.05	20.11	2	21700	273.55
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	11/11/2021	7	10.02	20.13	2	22080	280.01

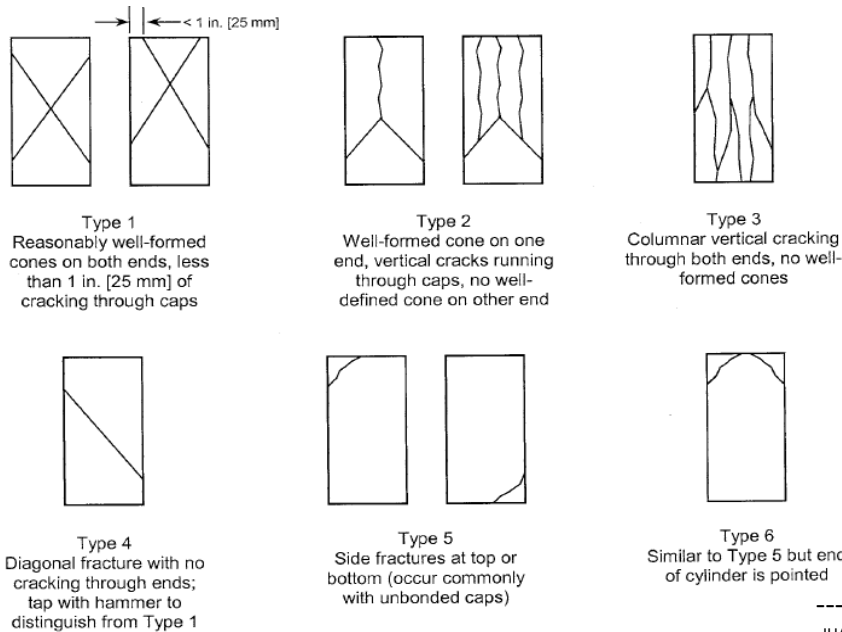



FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128



## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-21-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.04	20.11	2	27680	349.63
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.05	20.11	2	27689	349.05
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	18/11/2021	14	10.02	20.13	2	28067	355.93

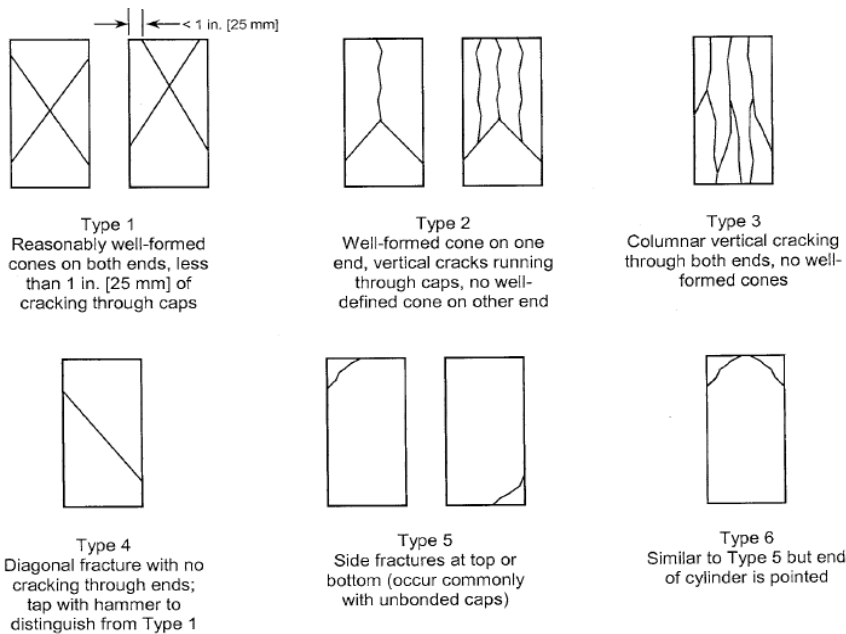


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

  
-----  
JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 260128

## MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	<b>Coodenadas</b>	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Tipo de falla	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.04	20.11	2	32186	406.55
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.05	20.11	2	32196	405.86
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	02/12/2021	28	10.02	20.13	2	32636	413.88

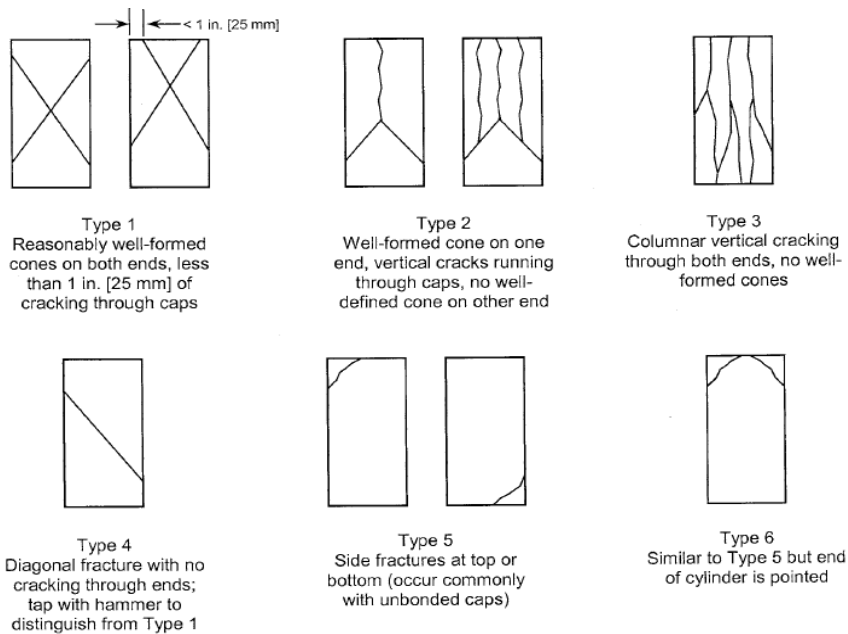


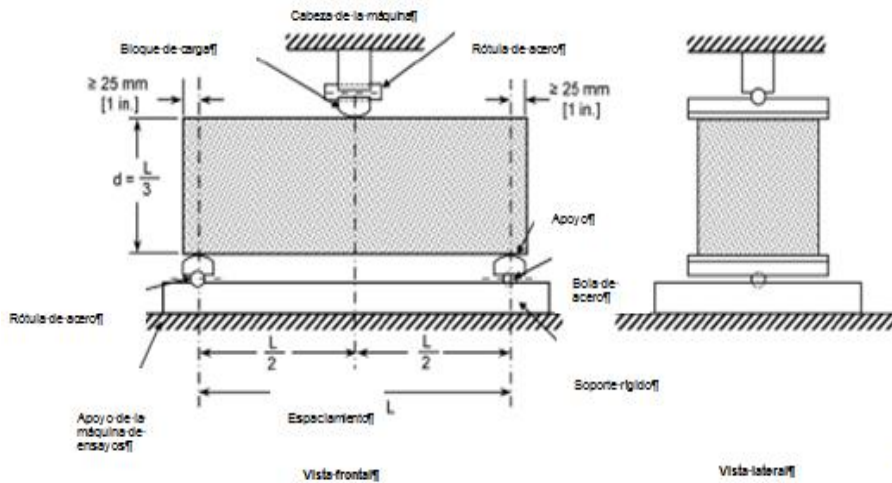
FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns


  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN  
ASTM C78

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coordenadas	Codigo: TLS-096 Version: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto patrón	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	Tercio central	4462	54.62
Concreto patrón	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	Tercio central	4521	55.35

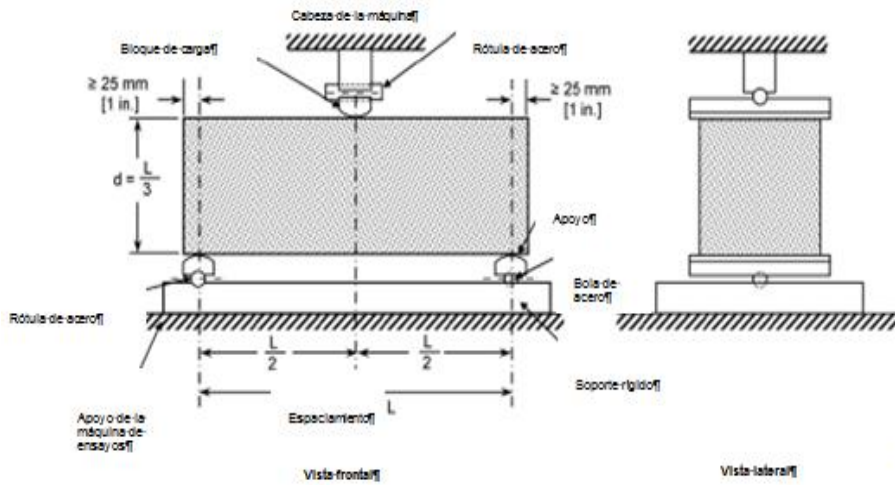


  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN  
ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coodenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	Tercio central	5548	67.92
Concreto + Fibra 200g	04/11/2021	02/12/2021	28	15.3	15.5	Tercio central	5608	68.65

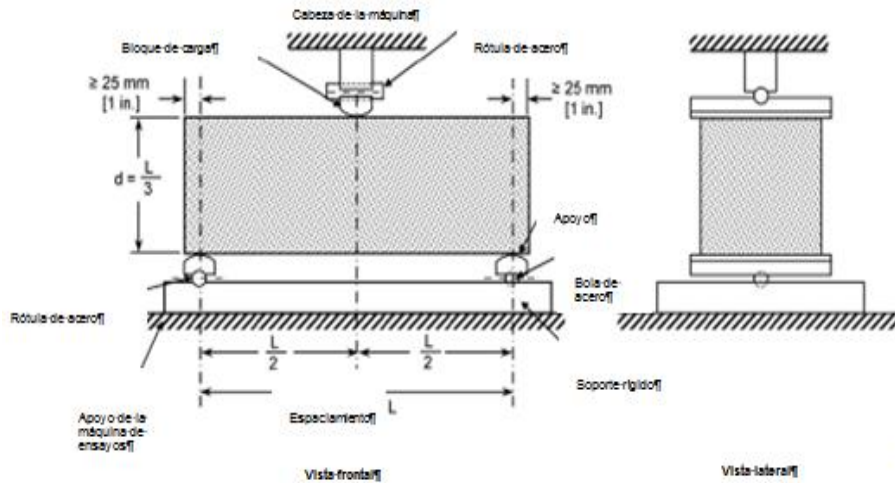


  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN  
ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coodenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	02/12/2021	28	15.5	15.3	Tercio central	5895	73.11
Concreto + Fibra 400g	04/11/2021	02/12/2021	28	15.5	15.3	Tercio central	5721	70.95

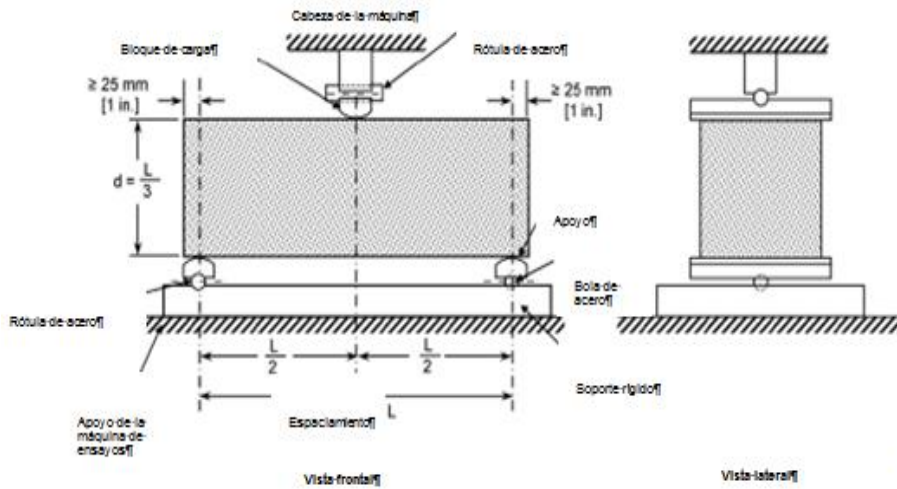


  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION CILINDRICAS DE HORMIGÓN  
ASTM C39

PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido incorporando fibras de polipropileno, Av. la cantuta San Juan de Lurigancho 2021	Coordenadas	Codigo: TLS-096 vesion: 2 Pagina: 1 de 1
SOLICITANTE	: Juan Carlos Mitma Trejo - Alan Eduardo Magallanes García		
FECHA	: 03-12-21	N:	-
SECTOR	:	E:	-
UBICACIÓN	: San Juan Lurigancho	C:	-
SONDAJE	:		

Tipo de muestra	fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Dias)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Lugar de rotura	Fuerza máxima kg	Esfuerzo (kg/cm2)
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	02/12/2021	28	15.4	15.5	Tercio central	5482	66.68
Concreto + Fibra 600g	04/11/2021	02/12/2021	28	15.4	15.5	Tercio central	5570	67.75



*Juan Fernando Pérez Ayala*  
 JUAN FERNANDO PEREZ AYALA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 260128

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 254 - 2021**

Página 1 de 3

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-26      FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-30  
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021**1. SOLICITANTE** : **INGEOCONTROL S. A. C.****DIRECCIÓN** : Mza. A lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA****MARCA** : OHAUS**ALCANCE DE INDICACIÓN** : 600 g**MODELO** : SE602F**DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN** : 0,01 g**NÚMERO DE SERIE** : B824537017**DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e )** : 0,1 g**PROCEDENCIA** : CHINA**IDENTIFICACIÓN** : LS-01 (\*)**TIPO** : ELECTRÓNICA**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE SUELOS**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del INACAL Primera Edición - Mayo 2019.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S. A. C.  
Mza. A lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres**5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. METROLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**METROLAB S.A.C.**  
**Héctor Méndez Perón**  
GERENTE GENERAL  
**Jorge Pacheco Cristóbal**  
Gerente Técnico

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia de Metrolab S. A. C.	Pesas (exactitud M2)	E2-001A	LM-C-006-2021

**7. OBSERVACIONES**

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	300,00	0,004	0,001	600,03	0,004	0,031
2	300,00	0,002	0,003	600,03	0,006	0,029
3	300,00	0,004	0,001	600,03	0,005	0,030
4	300,00	0,005	0,000	600,03	0,006	0,029
5	300,00	0,003	0,002	600,03	0,006	0,029
6	300,00	0,003	0,002	600,03	0,004	0,031
7	300,00	0,004	0,001	600,03	0,005	0,030
8	300,00	0,002	0,003	600,03	0,006	0,029
9	300,00	0,003	0,002	600,03	0,005	0,030
10	300,00	0,002	0,003	600,03	0,003	0,032
Diferencia Máxima			0,003	0,003		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		









### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 086 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

- |                                |                                                                                             |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Expediente</b>           | 02931-2021                                                                                  |
| <b>2. Solicitante</b>          | <b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>                                    |
| <b>3. Dirección</b>            | MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES |
| <b>4. Equipo</b>               | <b>PRENSA CBR - COMPRESION INCONFINADA</b>                                                  |
| <b>Capacidad</b>               | 5000 kgf                                                                                    |
| <b>Marca</b>                   | RUMISTONE                                                                                   |
| <b>Modelo</b>                  | NO INDICA                                                                                   |
| <b>Número de Serie</b>         | 0104                                                                                        |
| <b>Procedencia</b>             | PERU                                                                                        |
| <b>Identificación</b>          | 202052-6                                                                                    |
| <b>Indicación</b>              | DIGITAL                                                                                     |
| <b>Marca</b>                   | WEIGHING INDICATOR                                                                          |
| <b>Modelo</b>                  | 315X5                                                                                       |
| <b>Número de Serie</b>         | 215463                                                                                      |
| <b>Resolución</b>              | 0.1 kgf                                                                                     |
| <b>Ubicación</b>               | NO INDICA                                                                                   |
| <b>5. Fecha de Calibración</b> | 2021-08-16                                                                                  |

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 086 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	56 % HR	56 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.





### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 086 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ ( kgf )
%	$F_i$ ( kgf )	Patrón de Referencia				
		$F_1$ ( kgf )	$F_2$ ( kgf )	$F_3$ ( kgf )		
10	500	499.1	498.8	499.3	499.2	
20	1000	1000.6	1000.2	1000.6	1000.5	
30	1500	1500.4	1499.9	1500.7	1500.3	
40	2000	2001.9	2001.9	2004.8	2003.0	
50	2500	2500.1	2499.5	2500.4	2500.1	
60	3000	3000.6	2998.8	2999.8	2999.7	
70	3500	3500.8	3499.0	3499.7	3499.8	
80	4000	4001.1	3999.3	3999.9	4000.0	
90	4500	4501.4	4499.4	4500.1	4500.3	
100	5000	5002.5	4999.6	5000.6	5000.6	
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo $F$ ( kgf )	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
500	0.17	0.10	-0.12	0.02	0.34
1000	-0.05	0.04	-0.03	0.01	0.34
1500	-0.02	0.05	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.15	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.01	0.04	-0.04	0.00	0.34
3000	0.01	0.06	-0.03	0.00	0.34
3500	0.01	0.05	-0.01	0.00	0.34
4000	0.00	0.05	-0.02	0.00	0.34
4500	-0.01	0.04	-0.02	0.00	0.34
5000	-0.01	0.06	0.00	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
-----------------------------------------	--------



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 083 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	02931-2021
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección	MZA. A LOTE, 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0135
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2021-08-16

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 083 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	12.3°C	12.3°C
Humedad Relativa	68 %	68 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 083 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 12.2 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 083 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	16.9
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	18.6
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	18.6

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



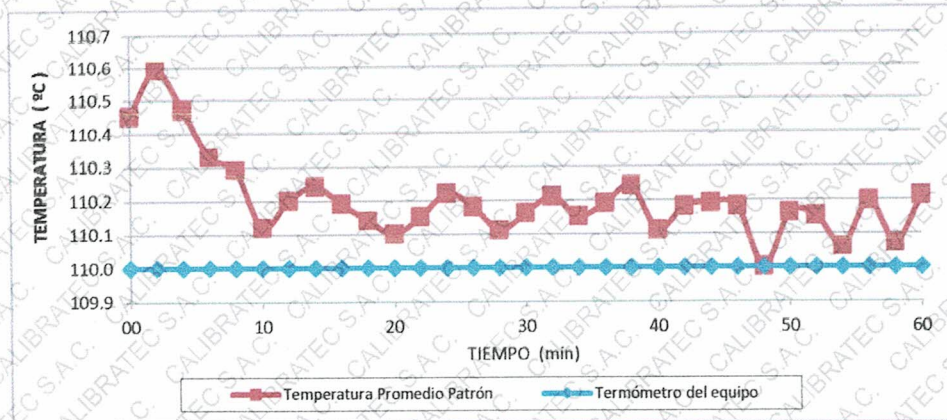


## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 083 - 2021

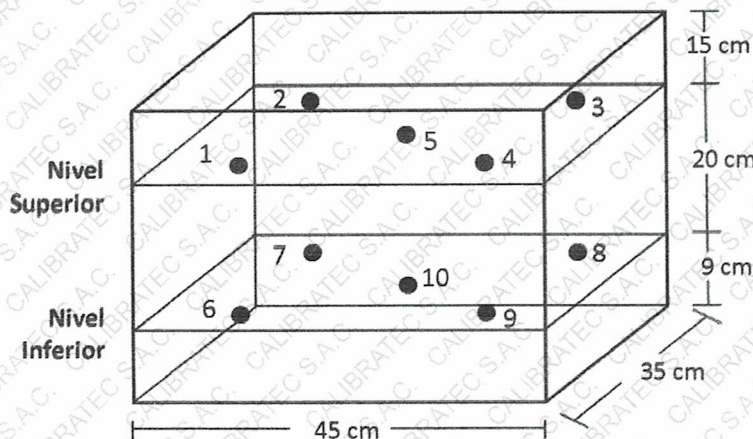
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



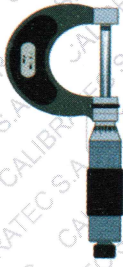
Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 048 - 2021

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>01148-2021</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. - ACOMISA</b>
<b>3. Dirección</b>	<b>CAL. JORGE MUELLE NRO. 169 DPTO. 1PIS C.H. TORRES DE LIMATAMBO (AL LADO DE METRO) LIMA - LIMA - SAN BORJA</b>
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>150000 kg</b>
<b>División de escala (d)</b>	<b>0.02 kg</b>
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>0.02 g</b>
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>
<b>Marca</b>	<b>HIWEIGHT</b>
<b>Modelo</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Capacidad mínima</b>	<b>0.40 kg</b>
<b>Procedencia</b>	<b>CHINA</b>
<b>Identificación</b>	<b>LM-047</b>

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Calibración**      **2021-05-31**

Fecha de Emisión

2021-05-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 048 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

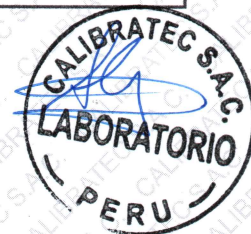
### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0550-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0549-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0548-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0547-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 048 - 2021

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 75,000.00 kg			Carga L2 = 150,000.00 kg			
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	
1	75,000.00	10.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	
2	75,000.00	10.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	
3	75,000.00	10.00	0.00	150,000.02	15.00	15.00	
4	75,000.00	10.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	
5	75,000.00	10.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	
6	75,000.00	10.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	
7	75,000.00	10.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	
8	75,000.02	15.00	15.00	150,000.00	10.00	0.00	
9	75,000.00	10.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	
10	75,000.00	10.00	0.00	149,999.98	5.00	-15.00	
Diferencia Máxima			15.00	Diferencia Máxima			30.00
Error Máximo Permissible			± 60.00	Error Máximo Permissible			± 60.00

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

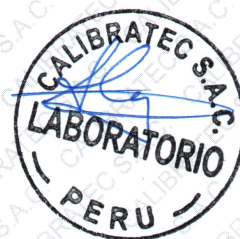
2	5
1	
3	4

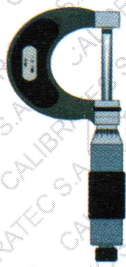
Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	20.5 °C	20.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.20 kg	0.20	10.00	0.00	50.00	49.98	4.00	-14.00	-14.00
2		0.20	10.00	0.00		50.00	10.00	0.00	0.00
3		0.20	10.00	0.00		50.00	10.00	0.00	0.00
4		0.20	10.00	0.00		50.00	10.00	0.00	0.00
5		0.20	10.00	0.00		50.02	15.00	15.00	15.00
Error máximo permisible									± 60.00

\* Valor entre 0 y 10e





Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 048 - 2021

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20.4 °C	20.8 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (±g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.20	0.20	10.00	0.00						
0.40	0.40	10.00	0.00	0.00	0.40	10.00	0.00	0.00	20.00
5,000.00	5,000.00	10.00	0.00	0.00	5,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
10,000.00	10,000.00	10.00	0.00	0.00	10,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
20,000.00	20,000.00	10.00	0.00	0.00	20,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
40,000.00	40,000.00	10.00	0.00	0.00	40,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
60,000.00	60,000.00	10.00	0.00	0.00	60,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
80,000.00	80,000.00	10.00	0.00	0.00	80,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
100,000.00	100,000.00	10.00	0.00	0.00	100,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
20,000.00	120,000.00	10.00	0.00	0.00	120,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00
50,000.00	150,000.00	10.00	0.00	0.00	150,000.00	10.00	0.00	0.00	60.00

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.0001167 \text{ kg}^2 + 0.00000003271 \text{ kg}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000000 R$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE FABRICACION EQUIPO DE ASENTAMIENTO SLUMP

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro Superior	100 mm $\pm$ 1.5 mm
Diámetro Inferior	200 mm $\pm$ 1.5 mm
Altura	300 mm $\pm$ 1.5 mm
Serie	0132

**El equipo de asentamiento Slump ha sido Fabricado  
examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con  
las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: **ASTM C - 143**  
**MTC E 705**

Lima, 31 de mayo del 2021

Aprobado:



**PERUTEST S.A.C.**  
ALEJANDRO FLORES MINAYA  
DER TÉCNICO Y METROLOGÍA



Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA- LP - 032 - 2021

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>01148-2021</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>ASESORES Y CONSULTORES MINEROS S.A. - ACOMISA</b>
<b>3. Dirección</b>	CALJORGE MUELLE NRO. 169 DPTO. 1PIS C.H. (SI). TORRES DE LIMATAMBO (AL LADO DE METRO) LIMA - LIMA - SAN BORJA
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)</b>
<b>Volumen</b>	7.1 l
<b>Marca</b>	FORNEY
<b>Modelo</b>	LA-0316
<b>Número de Serie</b>	0106
<b>Procedencia</b>	U.S.A.
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Tipo de Indicación</b>	Análogo
<b>Alcance de indicación</b>	100% a 0% (Contenido de aire) 0 a 15 psi
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-05-31

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-05-31

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA- LP - 032 - 2021

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Presión de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	55 % HR	55 % HR

### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LP-0378-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020





Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA- LP - 032 - 2021

Página 3 de 3

### 10. Resultados de Medición

Medidor de Aire tipo Bourdon					
Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error de Indicación		Error de Histeresis (psi)
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	4.9	5.0	-0.1	0.0	0.0
10	10.1	9.8	-0.1	-0.3	-0.2
15	14.9	14.8	-0.2	-0.3	-0.1

Ensayo de Contenido de Aire (%)					
% De Aire	Indicación del Manómetro			Promedio	Error (%)
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.0
10.0	10.1	10.0	10.2	10.1	0.1
15.0	15.3	15.2	15.4	15.3	0.3
20.0	20.4	20.4	20.4	20.4	0.4
30.0	30.1	30.2	30.2	30.2	0.2
50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	0.0
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0
Error Máximo Permitido (EMP)					1.0 (%)

Nota 1.- El punto inicial se determinó en 100%, para obtener el cero.

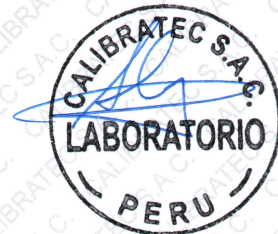
### 11. Observaciones

- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1.184 kg/m<sup>3</sup>

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 022 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	01148-2021
2. Solicitante	TECNOLOGIA Y LABORATORIOS PERU SOCIEDAD ANONIMA - TECNOLABPERU S.A.
3. Dirección	MZ 12 LOTE 17 PARCEL 1 PARQUE INDUSTRIAL - VILLA EL SALVADOR
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	120000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PC-120
Número de Serie	1089
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X5P
Número de Serie	1089
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-06-03

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

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

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

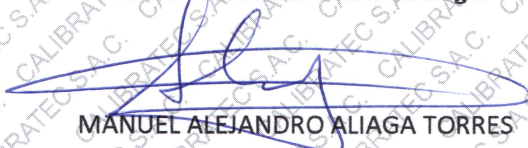
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-06-03

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 022 - 2021

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

#### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50 - B - Comas - Lima - Lima

#### 8. Condiciones Ambientales

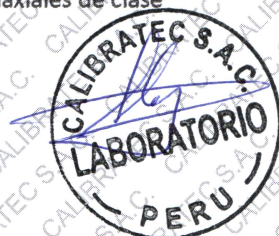
	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE -038 - 21 A

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 022 - 2021

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	12000	12068	12068	12068	12068
20	24000	24117	24107	24082	24102
30	36000	36137	36127	36127	36131
40	48000	48183	48188	48183	48184
50	60000	60243	60238	60243	60242
60	72000	72279	72284	72294	72286
70	84000	84351	84356	84361	84356
80	96000	96387	96493	96478	96453
90	108000	108520	108515	108525	108520
100	120000	120577	120572	120577	120576
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\sigma$ (%)	
12000	-0.55	0.00	0.04	0.08	0.34
24000	-0.31	0.15	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.03	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.01	0.45	0.02	0.41
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.02	0.48	0.01	0.42
84000	-0.29	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.34	0.11	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.33	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.10 %
-----------------------------------------	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

# TESIS. MAGALLANES GARCÍA - MITMA TREJO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
5	doku.pub Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%